

Henryk GURGUL
Marcin SUDER

Symulacja procesu uzupełniania gotówki w bankomatach

Streszczenie. *W artykule zaprezentowano najbardziej istotne zagadnienia dotyczące zarządzania siecią bankomatów. Podstawę badania stanowiły bankomaty sieci Euronet, zlokalizowane w województwach małopolskim i podkarpackim. Część empiryczną artykułu oparto na szeregach czasowych wypłat z tych bankomatów w okresie od stycznia 2008 r. do grudnia 2012 r. Badanie pokazało, że najistotniejszym czynnikiem wpływającym na wysokość kosztów zarządzania analizowanej siecią bankomatów jest czas i wielkość wypłat. Główne wyniki i wnioski oparto na modelu liniowym zdefiniowanym w tym opracowaniu. Zaprezentowano wpływ wyboru chwili doładowania i wielkości wypłat na koszty obsługi bankomatów oraz wskazano, w jaki sposób można zmniejszyć koszt zarządzania bankomatami.*

Słowa kluczowe: bankomat, wypłaty, symulacja doładowań gotówką.

Sektor finansowy każdego kraju ma wiele danych dotyczących klientów, które są wykorzystywane do doskonalenia ich obsługi. Na podstawie tych danych instytucje finansowe mogą poznać zwyczaje i upodobania klientów korzystających z sieci bankomatowej. Pozwala to na właściwy marketing, maksymalizację zysku i utrzymanie portfela klientów.

Szczególnie ważna jest identyfikacja preferencji klientów dotyczących wypłat z bankomatów. Ma to znaczenie z punktu widzenia zarządzania logistycznego wypłatami oraz innych badań dotyczących funkcjonowania sieci bankomatów. Jednym z najważniejszych celów analizy danych o wypłatach jest wykorzystanie ich do budowy modeli ekonometrycznych mogących pomóc w odgadnięciu zachowań klientów, jeśli chodzi o korzystanie z bankomatów.

Badania systemów płatności rozwinęły się w ostatnich dekadach. Ta dziedzina łączy ekonomię monetarną z teorią bankowości (Takala i Viren, 2007).

W literaturze przedmiotu daje się jednak odczuć wyraźny brak analiz empirycznych dotyczących problemów zarządzania, wynikających z zastosowań tych innowacji, w szczególności odnoszących się do sieci bankomatów.

W polskiej literaturze ekonomicznej obok cyklu prac Gurgula i Sudera (2012, 2013a, b, c i 2015) różne zagadnienia dotyczące problematyki bankomatów poruszono w pracach Górki i Chodnickiej (2012) oraz Kufla (2010).

W niektórych z tych prac podnoszone są kwestie kosztów obsługi sieci bankomatowej i związanego z nimi zarządzania gotówką. W tym kontekście ich autorzy wskazują na zasadność podejmowania prób poprawy metod prognozowania oraz ich wykorzystywania w planowaniu dostawy gotówki do bankomatu. Odpowiednia prognoza wielkości wypłat może bowiem w istotny sposób zredukować wydatki związane przede wszystkim z „zamrażaniem” gotówki, usprawnianiem jej transportu do bankomatu czy zmniejszaniem liczby zwrotów gotówki pozostałej w bankomacie.

W przedstawionym artykule skupiono się jednak nie na metodach prognozowania (Gurgul i Suder, 2015), ale na sposobie wykorzystania prognoz uzyskanych za pomocą metody wagowej do planowania wielkości doładowań oraz konwojowania gotówki do bankomatu. Sama prognoza — nawet jeśli jest trafna — nie zapewnia bowiem jeszcze dobrego zarządzania gotówką w bankomatach. Musi być ona odpowiednio wykorzystana w planowaniu z uwzględnieniem choćby dostępności gotówki i możliwości transportu.

CHARAKTERYSTYKA DANYCH DO BADANIA SIECI BANKOMATOWEJ FIRMY EURONET

Firma Euronet jest niezależnym operatorem sieci bankomatów, który zarządza największą ich liczbą w Polsce. Według danych z końca 2014 r. firma ta zarządzała ponad 4500 bankomatami (ponad 70% stanowiły bankomaty własne).

Niniejsze opracowanie przygotowano na podstawie danych o wielkości doładowań i wypłat z 293 bankomatów zlokalizowanych w województwach małopolskim i podkarpackim. Dane pochodziły z okresu od stycznia 2008 r. do grudnia 2012 r. Z tabl. 1 wynika, że większość badanych bankomatów znajdowała się w województwie małopolskim. Bankomaty tej sieci zlokalizowane były przede wszystkim w oddziałach bankowych.

TABL. 1. BANKOMATY WEDŁUG WOJEWÓDZTW NA KONIEC 2012 R.

Typ lokalizacji	Razem		Małopolskie		Podkarpackie	
	liczba	odsetek	liczba	odsetek	liczba	odsetek
R a z e m	293	100,00	232	79,18	61	20,82
Oddział bankowy	84	28,67	57	24,57	27	44,26
Sklep	49	16,72	41	17,67	8	13,11
Centrum handlowe	42	14,33	30	12,93	12	19,67
Hipermarket	40	13,65	32	13,79	8	13,11
Stacja paliw	25	8,53	23	9,91	2	3,28

TABL. 1. BANKOMATY WEDŁUG WOJEWÓDZTW NA KONIEC 2012 R. (dok.)

Typ lokalizacji	Razem		Małopolskie		Podkarpackie	
	liczba	odsetek	liczba	odsetek	liczba	odsetek
Centrum rozrywki	6	2,05	6	2,59	—	—
Hotel	6	2,05	6	2,59	—	—
Transport osób	4	1,37	4	1,72	—	—
Pozostałe	37	12,63	33	14,22	4	6,56

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych przekazanych przez firmę Euronet.

Szczegółowe wyniki analizy zaprezentowano dla sześciu wybranych bankomatów znajdujących się w różnych typach lokalizacji. W tabl. 2 podano informacje o lokalizacji wybranych bankomatów oraz podstawową statystykę dla szeregów wypłat z tych bankomatów¹.

TABL. 2. CHARAKTERYSTYKA SZEŚCIU WYBRANYCH BANKOMATÓW W LATACH 2010—2012

Wyszczególnienie	1	2	3	4	5	6
Miejscowość	Kęty	Zakopane	Stalowa Wola	Rzeszów	Kraków	Kraków
Typ lokalizacji	sklep	stacja benzynowa	oddział bankowy	centrum handlowe	hipermarket	pozostałe (apteka)
Data uruchomienia	2 IV 2010	10 IX 2007	1 XII 2008	3 II 2010	3 III 2008	13 X 2009
Liczba danych	1005	1825	1492	1063	1762	1176
Średnia arytmetyczna wielkości wypłat dziennych w zł	41850	61369	44035	81041	75180	32918
Odchylenie standardowe wielkości wypłat dziennych w zł	22241	30665	28919	31120	30840	16126

Źródło: jak przy tabl. 1.

Częstość dostarczania gotówki do bankomatu jest zazwyczaj związana z jego lokalizacją oraz wielkością wypłacanych pieniędzy. W poniższej tabelicy oraz na wykresach przedstawiono wybrane podstawowe informacje dotyczące częstości i ilości gotówki dostarczanej do bankomatów oraz zwrotów występujących w poszczególnych bankomatach.

TABL. 3. PODSTAWOWE INFORMACJE DLA WYBRANYCH SZEŚCIU BANKOMATÓW W LATACH 2008—2012

Wyszczególnienie	1	2	3	4	5	6
Średnia liczba doładowań w miesiącu	7,8	8,3	6,5	12,3	9,0	5,8
Średnia wielkość: doładowania w zł	209042	348533	319358	259455	312963	223269
zwrotów w zł	37897	71908	60810	49496	50625	33882

¹ Szczegółowa analiza szeregów czasowych wypłat z bankomatów znajduje się w pracach Gur-guła i Sudera (2013a, b, c).

TABL. 3. PODSTAWOWE INFORMACJE DLA WYBRANYCH SZEŚCIU BANKOMATÓW W LATACH 2008—2012 (dok.)

Wyszczególnienie	1	2	3	4	5	6
Średni iloraz aktualnego zwrotu do poprzedniego doładowania w %	18,9	22,1	22,0	19,8	16,4	16,7

Źródło: jak przy tabl. 1.

Analizując wyniki zamieszczone w tabl. 3 można stwierdzić, że częstotliwość dowozu gotówki do bankomatów była zróżnicowana. Do bankomatów 3 i 6 gotówkę dostarczano średnio co 4—5 dni, a w przypadku bankomatów 1, 2 i 5 — co 3—4 dni. Najczęściej była ona dostarczana do bankomatu 4, tj. co 2—3 dni. Również wielkość doładowań była zróżnicowana i nie zależała od ich częstotliwości. Średnia wartość zasileń wahała się od 200 tys. do 350 tys. zł. Należy zwrócić uwagę, że dla badanych bankomatów, średnie wartości odsetek zwrotów w stosunku do załadowań były zbliżone (od 16,4% do 22,1%).

Analizując wykres 1 można zauważyć, że w okresie od kwietnia do czerwca 2012 r. wielkość zwrotu stanowiła niewielką część doładowania, ale w czerwcu i lipcu zdarzały się większe zwroty. Zatem można wnioskować, że jakość prognozy dla tego przedziału czasowego była gorsza niż w okresie wcześniejszym.

TABL. 4. WIELKOŚĆ DOŁADOWAŃ ORAZ ZWROTÓW DLA 293 BANKOMATÓW ŁĄCZNIE WEDŁUG WOJEWÓDZTW W LATACH 2008—2012

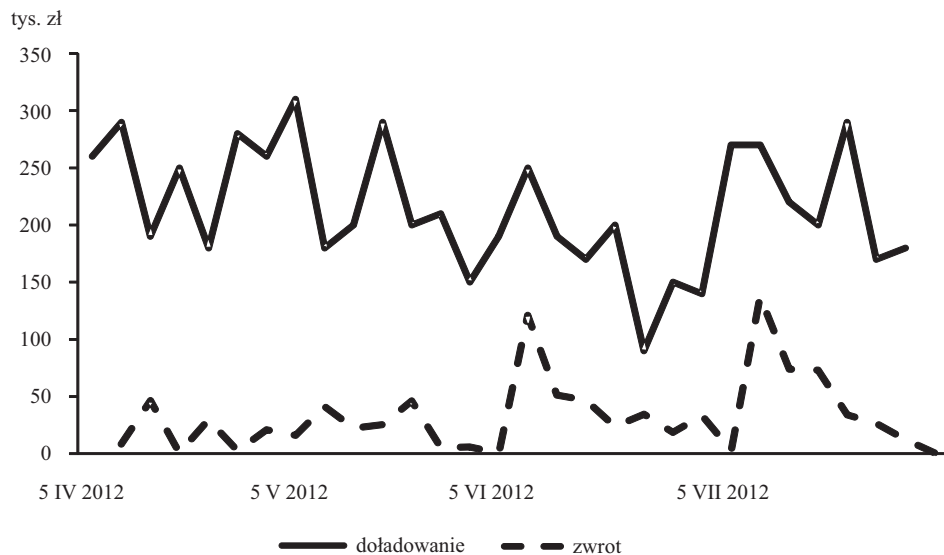
Województwa	Średnie wartości			
	liczby doładowań w miesiącu	doładowań	zwrotów	z ilorazów aktualnych zwrotów do poprzednich doładowań w %
		w zł		
R a z e m	6,63	237842	46163	19,4
Małopolskie	6,69	240549	46919	19,5
Podkarpackie	6,55	228056	43430	19,0

Źródło: jak przy tabl. 1.

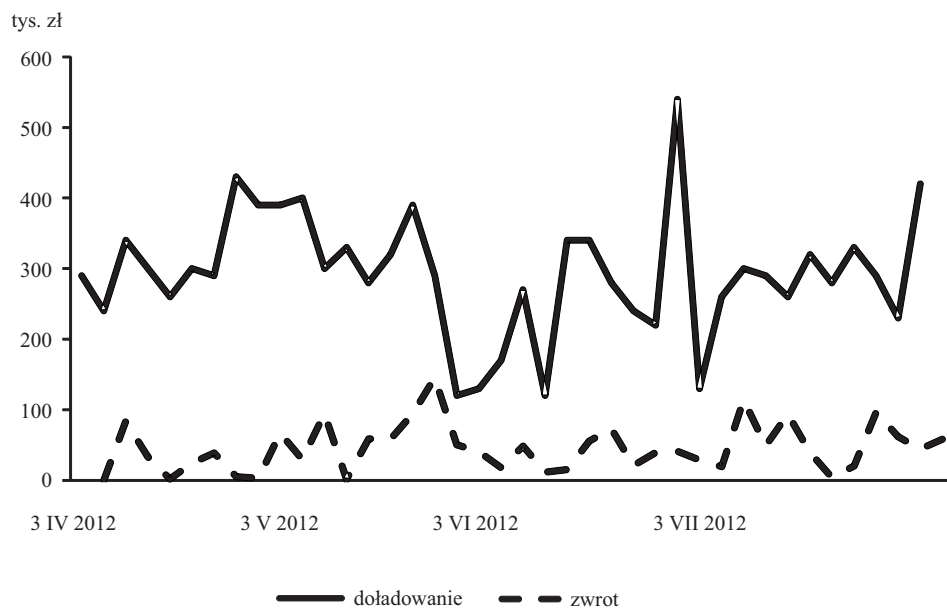
Z tabl. 4 odczytujemy, że lokalizacja bankomatu praktycznie nie miała wpływu na badane wielkości. W przypadkach obydwu województw średnia liczba doładowań w miesiącu wynosiła niewiele ponad 6,5, co oznacza, że gotówka do bankomatów była dostarczana średnio co 3—4 dni. Okazało się też, że w województwie małopolskim średnia kwota doładowania była nieco wyższa niż w województwie podkarpackim. Jednocześnie na wyższym poziomie ukształtowała się tam również średnia kwota zwrotów.

Wykr. 1. STRUKTURA WIELKOŚCI DOŁADOWAŃ I ZWROTÓW

A. BANKOMAT 1



B. BANKOMAT 5



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych przekazanych przez firmę Euronet.

Z informacji zawartych w tabl. 5 wynika, że typ lokalizacji nie jest czynnikiem wpływającym na wielkość doładowań i zwrotów. Niewielkie różnice występujące zarówno w średnich wielkościach doładowań, jak i zwrotów są nieistotne statystycznie². Zróżnicowanie natomiast ujawniło się w liczbie doładowań w miesiącu. Najczęściej doładowywane były bankomaty w centrach handlowych i hipermarketach (co 2—3 dni), a najrzadziej te usytuowane w hotelach i oddziałach bankowych (co 4—5 dni).

TABL. 5. PODSTAWOWE INFORMACJE O WIELKOŚCI DOŁADOWAŃ ORAZ ZWROTÓW DLA 293 BANKOMATÓW WEDŁUG TYPÓW LOKALIZACJI

Typ lokalizacji	Średnie wartości			
	liczby doładowań w miesiącu	doładowań	zwrotów	z ilorazów aktualnych zwrotów do poprzednich doładowań w %
		w zł		
Oddział bankowy	5,3	231758	40838	18,6
Sklep	7,0	242006	42621	18,3
Hipermarket	9,0	277326	48285	17,5
Centrum handlowe	9,2	266222	45379	17,2
Stacja paliw	8,0	261577	49112	19,1
Centrum rozrywki	6,9	246182	44395	18,2
Hotel	4,3	197467	35524	18,6
Transport osób	6,3	213567	41382	18,7
Pozostałe	7,2	247892	43587	18,2

Ź r ó d ł o: jak przy tabl. 1.

Przedstawione w tablicy informacje skłaniają do podjęcia próby dobrania właściwej metody prognozy i jej implementacji w celu obniżenia wielkości zwrotów.

WYNIKI BADAŃ SYMULACYJNYCH WYKONANYCH NA BAZIE PROGNOZY OTRZYMANEJ METODĄ WAGOWĄ

W artykule wskazano wcześniej na celowość odpowiedniego zarządzania gotówką w sieci bankomatowej, które w istotny sposób może doprowadzić do obniżenia kosztów obsługiwaną sieci przez jej operatora. Oszczędności mogą być w głównej mierze związane z brakiem konieczności przetrzymywania gotówki w bankomacie oraz z ograniczeniem liczby konwojów dostarczających i odbierających pieniądze. Istotnym czynnikiem, który generuje koszty jest również wielkość zwrotów z bankomatu. Niewykorzystana gotówka, która zostaje po wymianie kaset w bankomatach, musi zostać przeliczona i zwrócona, czyli im wyższy zwrot, tym wyższe koszty sortowania. Należy zatem dążyć do tego, aby wielkość zwrotów była jak najmniejsza.

² Przy przyjętym 5% poziomie istotności dla testu ANOVA.

Czynniki wpływające na wielkość kosztów zarządzania siecią są bezpośrednio związane z umiejętnością odpowiedniego prognozowania wielkości wypłat z danego bankomatu. Zdolność ta może przełożyć się bezpośrednio na koszty zarządzania gotówką.

W artykule Gurgula i Sudera (2015) przedstawiono różne metody prognozowania wypłat z bankomatów oraz dokonano weryfikacji jakości prognozy, jaką można uzyskać przy ich zastosowaniu. Otrzymane wyniki wskazały, że najlepszą jakość prognozy według przyjętych miar uzyskano przy zastosowaniu metody wagowej dla danych z każdego dnia tygodnia. Zaproponowano ją jako alternatywny sposób predykcji szeregów czasowych wypłat. Jej głównym atutem jest prostota i jednocześnie dość duża skuteczność w prognozowaniu wypłat z bankomatów. Wykorzystuje ona fakt, że w szeregach czasowych wypłat z bankomatu występują sezonowość oraz efekty kalendarza. Podczas analizy tych zjawisk, które zostały przedstawione w pracy Gurgula i Sudera (2012) zauważono, iż istotnymi czynnikami wpływającymi na wielkość wypłat są: dzień tygodnia, dzień w miesiącu, miesiąc w roku oraz fakt, czy dzień był zwykłym dniem roboczym lub świątecznym, występującym bezpośrednio przed, po lub w trakcie tzw. długiego weekendu.

W zaproponowanej metodzie każdemu z dni w kalendarzu przypisano następującą charakterystykę:

- 1) dzień tygodnia,
- 2) dzień miesiąca,
- 3) miesiąc,
- 4) typ dnia, czyli dzień zwykły lub specjalny.

Model funkcyjny w tej metodzie przyjmuje postać:

$$\hat{y}_t = \alpha_1 \bar{x}_{t(i)} + \alpha_2 \bar{p}_{t(j)} + \alpha_3 \bar{z}_{t(k)} + \alpha_4 \bar{w}_{t(l)} + \varepsilon_t$$

gdzie wszystkie zmienne objaśniające mają charakter cykliczny i wyrażają średnie wielkości wypłat:

$\bar{x}_{t(i)}$ dla $i = 1, 2, \dots, 7$ — w dniach tygodnia;

$\bar{p}_{t(j)}$ dla $j = 1, 2, \dots, 31$ — w dniach miesiąca;

$\bar{z}_{t(k)}$ dla $k = 1, 2, \dots, 12$ — w miesiącach;

$\bar{w}_{t(l)}$ dla $l = 1, 2, \dots, 4$ — w szczególnych typach dni w roku.

Przykładowo, jeśli $t=26$ i w tym dniu wypadała pewna lipcowa środa, czyli jest to dzień zakwalifikowany jako zwykły, to obliczamy średnią wartość wypłat ze wszystkich śród i za $\bar{x}_{t(i)}$ przyjmujemy wartość otrzymanej średniej. Podobnie odbywa się to dla $\bar{p}_{t(j)}$. W tym przypadku będzie to średnia ze wszystkich 26 dni w rozważanej próbie. Analogicznie obliczamy wielkości $\bar{z}_{t(k)}$ i $\bar{w}_{t(l)}$. Dzięki

temu uzyskujemy informacje o wszystkich zmiennych objaśniających, co stanowi podstawę budowania zbioru informacyjnego, który jest niezbędny do estymacji parametrów modelu. Współczynniki $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ nazywane są wagami, choć ich suma nie musi być równa 1. Estymacja tych parametrów odbywa się poprzez minimalizację wybranej miary statystycznej, która określa jakość predykcji. W tym przypadku autorzy wybrali średni procentowy moduł błędów (MAPE — *Mean Absolute Percentage Error*).

Symulację przeprowadzono dwoma sposobami. W pierwszym schemacie doładowania³ wykonywano w tych samych dniach, jak miało to miejsce w rzeczywistości, a zmieniano jedynie kwoty doładowania. W drugim wariantcie zaproponowano inne terminy dowozu gotówki, wynikające z uzyskanych prognoz.

Symulacja doładowań bez zmiany terminów dostawy

Jak już wspomniano, minimalizacja błędów prognozy *ex post* nie musi gwarantować sukcesu w procesie dostarczania gotówki do bankomatów. Istotne jest, aby prognozy zostały odpowiednio wykorzystane. Przedstawiono zatem wyniki symulacji doładowań bankomatów, przy których wykorzystano zaproponowaną przez autorów metodę predykcji. Wyniki symulacji porównano z faktycznymi wartościami doładowań i zwrotów.

W związku z tym, że dla każdego bankomatu znane były terminy doładowania, w przeprowadzonej symulacji prognozowanie wielkości wypłat wykonano na dwa dni przed terminem doładowania (czyli tak, jak odbywa się to w rzeczywistości). Prognozę wykonywano dla każdego urządzenia, na okres pomiędzy kolejnymi zasileniami. W estymacji parametrów modelu wykorzystano dane z dwóch lat⁴. Proponowane wielkości doładowań (podobnie jak odbywa się to w firmie Euronet) zwiększono o odpowiedni procent, w celu zapewnienia dostępności gotówki. Ponadto proponowane wielkości doładowań zaokrąglono do tysięcy.

W pierwszej kolejności przedstawiono wyniki symulacji dla sześciu wybranych bankomatów, a następnie wyniki zbiorcze dla wszystkich 293 bankomatów. Symulacja została wykonana dla okresu kwiecień—grudzień 2012 r.

Na wykresie 2 zamieszczono informacje dotyczące wartości rzeczywistych doładowań, proponowanych doładowań oraz wartości wypłat dla bankomatów 1 i 5. W prezentacji graficznej ograniczono się do trzech miesięcy: października, listopada oraz grudnia 2012 r.⁵

³ Mianem doładowania bankomatu określono wymianę kaset w bankomacie.

⁴ Wyniki analiz wstępnych wskazywały, że przy takiej długości okna estymacji błędy prognozy są najmniejsze. W przypadku bankomatów, których historia nie sięga dwóch lat, wykorzystano wszystkie dane.

⁵ Prezentacja wyników dla dłuższego okresu byłaby znacznie mniej czytelna.

Z wykresu 2 wynika, że w większości przypadków proponowana wielkość doładowania jest bliższa wartości faktycznych wypłat. Zdarzają się jednak niedoszacowania⁶ w proponowanych doładowaniach. Jest to sytuacja niekorzystna zarówno dla operatora, jak i klienta — w przypadku doładowań faktycznych — lecz rzadko spotykana. W tabl. 6 zamieszczono wyniki porównania rzeczywistych doładowań oraz doładowań proponowanych dla sześciu wybranych bankomatów.

TABL. 6. PORÓWNANIE DOŁADOWAŃ RZECZYWISTYCH Z PROPONOWANYMI DLA WYBRANYCH SZEŚCIU BANKOMATÓW W LATACH 2008—2012

Wyszczególnienie	1	2	3	4	5	6
Średnia wielkość zwrotów w zł dla doładowania:						
rzeczywistego	37897	71908	60810	49496	50625	33882
proponowanego ^a	33274	70321	62514	42372	45381	32715
Różnica średnich wielkości zwrotów dla doładowania rzeczywistego i proponowanego ^b w zł	4622	1586	-1703	7124	5244	1167
Odsetek przeszacowań, w których proponowane doładowanie dawało mniejszy zwrot w %	75,2	63,1	39,7	87,3	77,9	58,2
Odsetek niedoszacowań dla proponowanych doładowań w %	4,3	3,1	2,5	1,2	3,9	2,3

^a W przypadku niedoszacowania przyjęto wartość zwrotu 0, tak jak ma to miejsce dla zwrotów rzeczywistych. ^b Dodatnia wartość oznacza, że proponowane doładowanie pozwala na uzyskanie oszczędności wskazanej kwoty w stosunku do rzeczywistego zasilenia.

Źródło: jak przy tabl. 1.

Z tabl. 6 możemy odczytać, że dla pięciu bankomatów średni zwrot przy proponowanym doładowaniu był mniejszy od faktycznego. Tylko dla bankomatu 3 rzeczywiste doładowania okazały się trafniejsze. Różnica pomiędzy proponowanymi i rzeczywistymi zasileniami była widoczna zwłaszcza w przypadku bankomatów 1, 4 i 5, gdzie przy przeszacowaniu uzyskano mniejsze zwroty dla ponad 75% operacji (w przypadku bankomatu 4 nawet dla ponad 87% doładowań). Przykładowo, stosując zaproponowaną procedurę prognozowania dla bankomatu 1, przy każdym doładowaniu możemy średnio „zamrozić” o 4622 zł mniej niż w rzeczywistości. Przy blisko ośmiu doładowaniach miesięcznie w skali roku otrzymujemy kwotę 432656 zł.

Niekorzystnym aspektem zaproponowanej metody predykcji i uzyskanych na jej podstawie proponowanych wielkości doładowań są niedoszacowania. Jednak

⁶ Niedoszacowanie to stan, w którym popyt na gotówkę w danym bankomacie w jakimś okresie przewyższa wielkość jego załadowania.

odsetek zaniżonych wskazań jest niewielki. Najwięcej niedoszycowań wartości wypłat uzyskano dla bankomatu 1. W tym przypadku średnio co 23 prognoza dawała wartość niższą niż rzeczywiste zapotrzebowanie w tym bankomacie.

Analogiczne badania przeprowadzono dla pozostałych bankomatów (tabl. 7 i 8).

TABL. 7. PORÓWNANIE WIELKOŚCI DOŁADOWAŃ RZECZYWISTYCH Z PROPONOWANYMI DLA 293 BANKOMATÓW ŁĄCZNIE W LATACH 2008—2012

Województwa	Średnia wielkość zwrotów dla doładowania		Różnica średnich wielkości zwrotów dla doładowania rzeczywistego i proponowanego ^a	Przeszacowania, w których proponowane doładowanie dawało mniejszy zwrot	Bankomaty, w których proponowane doładowanie dawało mniejszy średni zwrot	Niedoszycowania dla rzeczywistych doładowań	Niedoszycowania dla proponowanych doładowań
	rzeczywistego	proponowanego ^a					
	w zł						
R a z e m	45930	43065	2865	73,9	75,6	3,1	0,8
Małopolskie	46919	43872	3046	72,5	76,3	3,2	0,9
Podkarpackie	43430	41257	2405	78,4	74,7	2,8	0,6

a, b Patrz tabl. 6.

Ź r ó d ł o: jak przy tabl. 1.

Wyniki zamieszczone w tabl. 7 wskazują, że proponowane wielkości doładowań dla bankomatów uzyskane metodą wagową są korzystniejsze niż zasilenia rzeczywiste. Średni zwrot dla proponowanych doładowań był niższy o ponad 2850 zł. Oznacza to, że przy każdym doładowaniu bankomatu średnio taka kwota mogłaby zostać wykorzystana do innych celów. Ponadto w przypadku zastosowania zaproponowanej procedury większą korzyść uzyskujemy dla bankomatów w województwie małopolskim, natomiast dla bankomatów w województwie podkarpackim odsetek przeszacowań, w których proponowane doładowanie dawało mniejszy zwrot, okazał się wyższy. Jednak większy odsetek bankomatów w województwie małopolskim ma mniejszy średni zwrot dla doładowań proponowanych.

TABL. 8. PORÓWNANIE WIELKOŚCI DOŁADOWAŃ RZECZYWISTYCH Z PROPONOWANYMI DLA 293 BANKOMATÓW WEDŁUG TYPÓW LOKALIZACJI W LATACH 2008—2012

Typ lokalizacji	Średnia wielkość zwrotów dla doładowania		Różnica średnich wielkości zwrotów dla doładowania rzeczywistego i proponowanego	Przeszacowania, w których proponowane doładowanie dawało mniejszy zwrot	Bankomaty, w których proponowane doładowanie dawało mniejszy średni zwrot	Niedoszycowania dla rzeczywistych doładowań	Niedoszycowania dla proponowanych doładowań
	rzeczywistego	proponowanego					
	w zł						
Oddział bankowy	40838	39452	1386	69,8	71,3	3,2	0,5
Sklep	42621	37560	5060	78,3	81,2	3,3	0,9
Hipermarket	48285	45789	2496	74,2	79,2	3,1	1,0

TABL. 8. PORÓWNANIE WIELKOŚCI DOŁADOWAŃ RZECZYWISTYCH Z PROPONOWANYMI DLA 293 BANKOMATÓW WEDŁUG TYPÓW LOKALIZACJI W LATACH 2008—2012 (dok.)

Typ lokalizacji	Średnia wielkość zwrotów dla doładowania		Różnica średnich wielkości zwrotów dla doładowania rzeczywistego i proponowanego	Przeszacowania, w których proponowane doładowanie dawało mniejszy zwrot	Bankomaty, w których proponowane doładowanie dawało mniejszy średni zwrot	Niedoszacowania dla rzeczywistych doładowań	Niedoszacowania dla proponowanych doładowań
	rzeczywistego	proponowanego					
	w zł						
Centrum handlowe	45379	42491	2888	75,1	77,7	2,9	0,7
Stacja paliw	49112	47231	1880	62,3	61,7	2,7	0,4
Centrum rozrywki	44395	46279	-1883	43,2	45,1	2,1	0,5
Hotel	35524	35209	315	54,1	56,3	2,8	0,5
Transport osób ...	41382	38230	3152	76,9	80,4	3,4	0,7
Pozostałe	43587	45931	-2343	39,7	41,2	2,7	0,3

Źródło: jak przy tabl. 1.

Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że zaproponowany sposób prognozy wielkości wypłat daje najlepsze wyniki w planowaniu doładowań bankomatów zainstalowanych w sklepach (tabl. 8). W tym przypadku średni zwrot jest o ponad 5000 zł mniejszy od uzyskanego przez operatora sieci. W przypadku tej lokalizacji zastosowanie zaproponowanej procedury planowania doładowań pozwala uzyskać korzyści w postaci mniejszych zwrotów w odniesieniu do ponad 81% bankomatów.

Korzyści w postaci optymalizacji wielkości zasilień uzyskano również dla maszyn umiejscowionych w takich typach lokalizacji, jak: oddział bankowy, hipermarket, centrum handlowe, stacja paliw, hotel i transport osób. W przypadku dwóch lokalizacji (centrum rozrywki i pozostałe) metody stosowane przez firmę Euronet okazały się lepsze.

Uzyskane wyniki planowania wielkości doładowań pokrywają się z wynikami jakości prognoz w poszczególnych typach lokalizacji, zamieszczonych w pracy Gurgula i Sudera (2015). Podsumowując można stwierdzić, że planowanie wielkości wypłat z zastosowaniem zaproponowanej w artykule metodologii może w istotny sposób obniżyć wartość zwrotów gotówki w sieci bankomatowej. Dzięki tej metodzie firma może wykorzystywać do zasilania bankomatów mniejszą ilość gotówki i zarazem utrzymać płynność wypłat.

Symulacja procesu zaopatrywania bankomatów w gotówkę przy zmienionych terminach konwoju

Jak już wykazano, zastosowanie metody wagowej do prognozowania wielkości wypłat może w istotny sposób wpłynąć na poprawę jakości planowania wielkości doładowań bankomatów, której miarą była średnia wartość zwrotów

z bankomatu. We wspomnianej analizie każdy bankomat traktowany był oddzielnie, czyli jako jedno urządzenie, w którym należy wymienić kasetki z gotówką. Dodatkowym założeniem w przeprowadzonej symulacji było wykonywanie doładowania w tym samym dniu, w którym robiono to na zlecenie firmy Euronet. Dzięki skuteczniejszej prognozie możemy nie tylko trafniej przewidywać wielkość wypłat, lecz również korzystnie wpłynąć na planowanie daty konwoju. Większa dostępność gotówki w danym momencie, wynikająca z odpowiedniej prognozy, daje większe możliwości w zakresie logistyki. Zdarza się bowiem, że sąsiadujące ze sobą bankomaty nie są uzupełniane tego samego dnia z powodu braku dostępności gotówki lub złej prognozy zapotrzebowania na gotówkę.

Zaprezentowano zatem wyniki symulacji doładowań grupy bankomatów należących do sieci Euronet. Jednak nie poprzestano jedynie na doborze wielkości doładowania, ale podjęto również próbę określenia najbardziej optymalnego momentu doładowania tych bankomatów. Do analizy wybrano bankomaty, które znajdują się na tyle blisko siebie, że możliwe byłoby dostarczenie do nich gotówki przez jeden konwój i w tym samym dniu. Pojedynczy pojazd konwojowy jest w stanie w ciągu jednego dnia dostarczyć gotówkę do 10–20 bankomatów⁷. Do tej analizy wybrano urządzenia znajdujące się w: Zabierzowie, Olkuszu, Chrzanowie, Oświęcimiu i Skawinie. W tych miejscowościach zainstalowanych było 16 urządzeń — dziewięć znajdowało się w Oświęcimiu, po dwa w Olkuszu, Chrzanowie i Skawinie oraz jeden w Zabierzowie. Rozkład lokalizacji dla rozważanej grupy bankomatów jest następujący: po cztery bankomaty znajdowały się w oddziale bankowym i sklepie, trzy były w centrum handlowym, dwa w centrum rozrywki i po jednym w hipermarkecie, hotelu oraz na stacji benzynowej. Przy założeniu, że czas doładowania bankomatu wynosi ok. 15 minut, a czas przejazdu całej trasy to ok. 3 godzin (pomijamy czas załadunku), dostarczenie gotówki do analizowanych urządzeń zajęłoby ok. 7 godzin. Zatem wykonanie operacji zasilenia tych 16 bankomatów w ciągu jednego dnia roboczego jest możliwe.

Symulację wykonano z wykorzystaniem danych o wypłatach i doładowaniach w kwietniu 2012 r.⁸ (tabl. 9). Bankomaty przedstawiono w kolejności, w której konwój w danym dniu miałby je doładowywać, tzn. pierwsze doładowanie było w Zabierzowie, a ostatnie w Skawinie.

Z tabl. 9 można odczytać, że w analizowanym okresie (w ciągu 19 dni z 30 dni kwietnia) odbyło się 95 doładowań. Najczęściej (11 razy) dostarczano gotówkę do bankomatu znajdującego się w centrum handlowym w Olkuszu, a najrzadziej (raz) — do bankomatu w centrum rozrywki w Oświęcimiu. Można również zauważyć, że w analizowanych miejscowościach układ dni, w których urządzenia były zasilane w dużej mierze powtarza się. W przypadku wszystkich bankomatów wartości ich doładowań były jednak przeszacowane. Suma wszystkich zwrotów uzyska-

⁷ Zależy to od rodzaju wozu, w którym przewozi się gotówkę.

⁸ Wybrano te doładowania bankomatu, dla których zwrot również odbywał się w kwietniu.

nych z tych bankomatów, to 2453030 zł. Największą średnią wartość zwrotu gotówki notowano w bankomacie znajdującym się w oddziale bankowym w Oświęcimiu, zaś najniższą — w oddziale bankowym w Chrzanowie. Średnia wielkość zwrotu dla wszystkich bankomatów wyniosła 36446 zł.

TABL. 9. WIELKOŚCI DOŁADOWAŃ ORAZ ZWROTÓW DLA BANKOMATÓW Z WYBRANEJ PODSIĘCI W KWIETNIU 2012 R.

Identyfikatory bankomatu	Miejscowość	Typ lokalizacji	Liczba konwojów	Daty doładowań (dni w miesiącu kwietniu)	Suma zwrotów	Średnia wartość zwrotów
					w zł	
ATM1	Zabierzów	sklep	8	3, 6, 10, 13, 17, 20, 24, 27	225050	28131
ATM2	Olkusz	centrum handlowe	11	2, 4, 6, 11, 13, 16, 18, 20, 23, 25, 27	384000	48000
ATM3	Olkusz	oddział bankowy	8	6, 11, 13, 16, 20, 25, 27, 30	215470	26933
ATM4	Chrzanów	oddział bankowy	8	4, 6, 11, 13, 16, 20, 27, 30	351190	43898
ATM5	Chrzanów	oddział bankowy	2	5, 16	3500	1750
ATM6	Oświęcim	stacja benzynowa	6	4, 12, 16, 19, 23, 26	257650	42941
ATM7	Oświęcim	hipermarket	3	6, 13, 20	158850	52950
ATM8	Oświęcim	centrum handlowe	7	2, 5, 10, 16, 19, 23, 26	260650	37235
ATM9	Oświęcim	sklep	7	2, 5, 10, 16, 19, 23, 26	290000	41428
ATM10	Oświęcim	sklep	7	2, 5, 10, 16, 19, 23	394400	56342
ATM11	Oświęcim	hotel	5	2, 5, 12, 16, 23	125950	25190
ATM12	Oświęcim	centrum rozrywki	7	2, 5, 10, 16, 23, 26	268600	38371
ATM13	Oświęcim	centrum rozrywki	1	10	13850	13850
ATM14	Oświęcim	oddział bankowy	2	6, 13	112920	56460
ATM15	Skawina	sklep	5	2, 4, 6, 13, 18	126000	25200
ATM16	Skawina	centrum handlowe	8	2, 5, 10, 13, 16, 19, 23, 26	418400	52300

Źródło: jak przy tabl. 1.

Podane kwoty zwrotów dają sygnał do podjęcia modyfikacji planu rozwoju gotówki do wybranych bankomatów. Dotyczy to nie tylko dostarczanych sum, ale również liczby konwojów⁹, przy czym zmniejszenie ich liczby, przy zachowaniu płynności wypłat, może realnie obniżyć koszty związane z logistyką.

Celem przeprowadzonej symulacji było zweryfikowanie, czy zaproponowana metoda prognozy może w istotny sposób wpłynąć również na obniżenie kosztów związanych z dostarczeniem gotówki, poprzez zmniejszenie liczby konwojów. Podstawowe założenie przeprowadzonego badania dotyczy faktu, że ilość gotówki dostępnej na dany dzień odpowiada tej, jaka była wykorzystana faktycznie przez firmę Euronet w doładowywaniu. Przykładowo, jeśli 2 kwietnia osiem bankomatów doładowano na sumaryczną kwotę 4,177 mln zł, oznacza to, że w tym dniu lub w kolejnych taka kwota była do dyspozycji firmy.

Kolejne założenie wiąże się z chwilą dostawy gotówki do bankomatów. Nie są znane rzeczywiste momenty (godziny, minuty), w których ekipa ochroniarska dokonała doładowania, dlatego w symulacji założono, że konwój wykonał zlecenie przed pierwszą wypłatą danego dnia.

⁹ Euronet ponosi stałe koszty związane z każdorazowym doładowaniem bankomatu, niezależnie od jego odległości.

Jednocześnie nie zakładano żadnych ograniczeń co do dostępności transportu. Innymi słowy — transport mógł być wykonany w dowolnym dniu roboczym (od poniedziałku do piątku, z wyjątkiem przypadających w tym okresie dni świątecznych).

Należy zwrócić uwagę na niekorzystną sytuację, gdy wszystkie bankomaty są zasilane podczas jednego transportu gotówki. Urządzenia, w których wypłaty dzienne są stosunkowo niższe można uzupełniać rzadziej. W takich bankomatach przechowywana jest mniejsza ilość pieniędzy, co oznacza, że koszt obsługi tych maszyn jest relatywnie niższy w porównaniu do bankomatów, w których przechowuje się więcej gotówki. Problem ten uwzględniono w symulacji przeprowadzonej w niniejszej pracy.

Zaproponowane planowanie dowozu i wielkości doładowania gotówki przebiegało według następującego schematu:

- 1) na podstawie danych historycznych wyznaczano średnie dzienne wypłaty i na tej podstawie bankomaty dzielono na cztery grupy według wielkości średniej. Przynależność do odpowiedniej grupy powiązano z częstotliwością planowanych doładowań. Im wyższa średnia, tym więcej doładowań. W przypadku bankomatów z najniższą średnią przewidziano dwa lub trzy doładowania. Dla kolejnej grupy — cztery lub pięć, a następnej — sześć lub siedem. W ostatniej grupie ustalono osiem lub więcej operacji;
- 2) wykonano prognozy na 14 dni, przy czym pierwszym dniem prognozy był dzień, który następował 2 dni po ostatniej obserwacji w próbie (przykładowo, jeśli chcemy otrzymać prognozę na dni od 2 do 15 kwietnia, to musimy ją wykonać 31 marca);
- 3) na podstawie uzyskanych prognoz wyznaczano sumę pieniędzy potrzebnych do zapewnienia płynności wypłat w każdym z bankomatów w poszczególnych dniach;
- 4) dostępną gotówkę rozdzielano na wszystkie bankomaty według zapotrzebowania. Wykorzystano przy tym prognozy na kolejne dni, rozpoczynając od pierwszego dnia, dla którego była wykonana prognoza. Przydział gotówki rozpoczęto od bankomatów z grupy 1, czyli najrzadziej doładowywanych. W przypadku tych bankomatów wykonano przydział na 14 dni, następnej grupy — na 7 dni, a w kolejnej odpowiednio na 5 dni. Dla ostatniego zbioru — na minimum 2 dni¹⁰. W razie niewystarczającej ilości gotówki potrzebnej dla ostatniej grupy urządzeń, procedurę przydziału pieniędzy do poszczególnych bankomatów, tj. grupy 1—3 rozpoczynano od początku, zmniejszając w niej liczbę dni o jeden. Przydział gotówki dla tych urządzeń wykonywano zatem odpowiednio na 13 dni, 6 dni oraz 4 dni¹¹. Procedurę powtarzano do momentu otrzymania ilości gotówki pokrywającej zapotrzebowanie bankomatów z grupy 4 na minimum 2 dni¹²;

¹⁰ W przeprowadzonych badaniach testowano również inne rozwiązania w zakresie długości okresu, na który planujemy wykonać doładowanie. Okazało się jednak, że zaproponowane rozwiązanie było najskuteczniejsze ze wszystkich testowanych.

¹¹ Przy zmianie liczby dni i przy samym planowaniu należało uwzględnić fakt, że transport nie może być wykonany w weekend ani w dzień świąteczny.

¹² Zakłada się, że doładowanie będzie wykonywane nie częściej niż co 2 dni.

5) moment, w którym dostępna gotówka się kończy uznano za dzień, w którym należy wykonać ponowne doładowanie.

W przypadku wybranych bankomatów pierwsze ich doładowanie odbyło się 2 kwietnia. W związku z tym planowanie rozwoju gotówki (w tym prognozowanie wielkości załadunku) rozpoczęto 31 marca, natomiast pierwszy transport gotówki zaplanowano na 2 kwietnia.

Aby przybliżyć działanie opisanego algorytmu, użyto go do planowania dowozów dla bankomatów ATM1—ATM16. Przebieg przeprowadzonego planowania pierwszego doładowania dla analizowanych bankomatów był następujący:

- 1) na podstawie danych historycznych wyznaczono średnie wypłaty dla każdego bankomatu i przydzielono je odpowiednio do następujących grup: 1 — ATM13, ATM14, ATM5, ATM11; 2 — ATM8, ATM6, ATM3, ATM9; 3 — ATM7, ATM15, ATM4, ATM10 oraz 4 — ATM12, ATM1, ATM16, ATM2¹³. Wyznaczono prognozę na 14 dni, tzn. na okres od 2 do 15 kwietnia. Dostępność gotówki na 2 kwietnia wynosiła 4177 tys. zł;
- 2) w pierwszej kolejności gotówkę przydzielono na 14 dni do bankomatów z grupy 1. Wynikające z prognozy na ten okres zapotrzebowanie na gotówkę w tej grupie bankomatów ustalono (w zaokrągleniu do jednego tysiąca zł) na 1451 tys. zł. Kolejną grupę bankomatów należało załadować na 7 dni, ale przypadał wówczas Poniedziałek Wielkanocny, w związku z czym załadowanie zaplanowano na 8 dni. Prognoza zapotrzebowania na gotówkę na ten okres dla czterech bankomatów wyniosła 1578 tys. zł. W tych dwóch krokach rozdysponowano łącznie 3029 tys. zł. Kolejny przydział dla bankomatów z grupy 3 przewidziano na 4 dni (przydział na 5 dni nie był możliwy, gdyż kolejne doładowania przypadłyby na sobotę). Łączną kwotę wypłat z tych bankomatów w okresie 4 kolejnych dni ustalono na 1510 tys. zł. Okazało się, że dostępną kwotę jednak przekroczono. Podział gotówki należałoby zatem rozpocząć od początku. Postanowiono zatem skrócić okres doładowań, czyli zmodyfikować (zmniejszyć) liczbę dni. W efekcie, by możliwe było spełnienie postawionych założeń, należało bankomaty z grupy 1 załadować na 8 dni, maszyny z grupy 2 — na 4 dni, natomiast dwie ostatnie grupy maszyn — na 2 dni;
- 3) kolejne doładowanie dla bankomatów z grup 3 i 4 ustalono na 4 kwietnia, a dla grupy 2 — na 6 kwietnia. Schemat opisany w tym punkcie powtórzono, przy czym przy ustalaniu okresu doładowania wzięto pod uwagę znane już terminy doładowań bankomatów z innych grup (tych, które były rzadziej zasilane);
- 4) ostatnie doładowanie bankomatów wykonano 27 kwietnia.

Pierwszą istotną informacją z przeprowadzonej symulacji jest to, że we wszystkich bankomatach, dla których została ona przeprowadzona, zachowano płynność działania. Oznacza to, że w żadnym urządzeniu nie zabrakło gotówki. W tabl. 10 podano wynik przeprowadzonego badania.

¹³ Grupa 1 — najmniejsze średnie, grupa 4 — największe średnie.

Z tablicy tej można odczytać, że należałoby przeprowadzić 84 doładowania, które odbywałyby się w 8 dni. Rzeczywista liczba doładowań była o 11 większa. Większa, także o 11, była liczba dni, w których dokonywano zasileń.

**TABL. 10. WYNIKI SYMULACJI DOSTARCZANIA GOTÓWKI DLA BANKOMATÓW
WYBRANEJ PODSIECI**

Data	Dzień tygodnia	Grupy bankomatów doładowanych	Liczba doładowań wykonanych przez konwój	Dostępność gotówki	Rzeczywiste zapotrzebowanie	Prognozowane zapotrzebowanie	Zwrot z doładowania	Średni zwrot przypadający na jeden bankomat w zł
				w tys. zł				
2 IV	poniedziałek	wszystkie	16	4177	3986	4098	112	7000
4 IV	środa	3 i 4	8	1500	1085	1321	235	14741
6 IV	piątek	2, 3 i 4	12	2360	1390	1957	566	35381
11 IV	środa	wszystkie	16	1720	1360	1564	203	12740
16 IV	poniedziałek	2, 3 i 4	8	2760	2358	2712	353	22104
20 IV	piątek	3 i 4	8	1850	897	1032	134	8398
25 IV	środa	2 i 4	8	1540	963	1260	296	18509
27 IV	piątek	1 i 3	8	1270	1219	1402	182	11421

Źródło: jak przy tabl. 1.

Przy zaproponowanym procesie załadunku gotówki, wielkość zwrotów zawierała się w przedziale 112—566 tys. zł, a ich suma w całym rozważanym okresie wynosiła 2084 tys. zł. Jest to o ponad 360 tys. zł mniej niż miało to miejsce w rzeczywistości. Również znacznie obniżyła się średnia wielkość zwrotów przypadających na jeden bankomat i wyniosła ponad 16 tys. zł.

Wyniki przeprowadzonych symulacji (zarówno dla planowania wyłącznie wielkości doładowań, jak i planowania momentu oraz wielkości doładowań) wskazują na możliwości istotnego obniżenia kosztów zarządzania gotówką. Przejawiają się one zarówno w redukcji wielkości zwrotów z poszczególnych bankomatów, jak i w spadku liczby doładowań poszczególnych maszyn.

Wydaje się zatem, że zaproponowane procedury prognozowania dostaw gotówki mogą stać się podstawą do zbudowania nowego algorytmu, który usprawni zarządzanie siecią bankomatową i pozwoli właścicielowi obniżyć koszty tego procesu.

Wnioski

W ciągu ostatnich 20 lat bankomaty stały się stałym elementem naszej codzienności. Trudno wyobrazić sobie dostęp do pieniędzy bez tego typu urządzeń. Bankomaty znajdują się: w górach, na morzu (na statkach), za kołem podbiegunowym, niedaleko domu. Jest wielce prawdopodobne, że wszędzie tam, gdzie dociera człowiek, znajdują się również bankomaty.

Wraz ze wzrostem zapotrzebowania na bankomaty zwiększała się również liczba operatorów sieci. W celu usprawnienia zarządzania i obniżenia jego kosz-

tów operator poszukuje odpowiednich, lepszych rozwiązań. Czynniki, które mogą istotnie wpłynąć na poprawę efektywności działania operatora sieci jest umiejętność zaplanowania momentu załadowania i wielkości doładowań.

Dobra jakość prognozy może znacząco wpłynąć na obniżenie kosztów zarządzania siecią. Można to osiągnąć, gdy wyeliminuje się zbędne przetrzymywanie nadmiaru gotówki w urządzeniach, zoptymalizuje transport oraz zredukuje liczbę dostaw awaryjnych. Dzięki uzyskaniu dobrej jakości prognozy bank lub operator zyskuje też większą sprawność w zarządzaniu gotówką, co ma wpływ na większe zadowolenie klientów.

Choć na świecie rynek bankomatowy rozwija się dynamicznie od ponad 20 lat, a w Polsce od ponad 10 lat, jak dotąd opublikowano niewiele prac naukowych podejmujących tematykę prognozowania wypłat z bankomatów oraz zastosowania prognoz w zarządzaniu siecią bankomatową. Jednocześnie z zebranych przez autorów informacji, danych oraz doświadczeń (współpraca z podmiotami zarządzającymi sieciami bankomatów) wynika, że zapotrzebowanie na takie badania jest duże. Firmy tworzące oprogramowanie i dążące do usprawnienia zarządzania siecią bankomatów poszukują innowacyjnych rozwiązań. Coraz częściej osoby pracujące w działach zarządzania gotówką w bankach lub u niezależnych operatorów mają świadomość, iż korzystanie jedynie z arkuszy kalkulacyjnych i opieranie się tylko na swoim doświadczeniu nie przynosi oczekiwanych rezultatów.

W artykule zaprezentowano zastosowanie wybranej metody prognozowania w zarządzaniu gotówką w sieci bankomatowej firmy Euronet. Uzyskane wyniki wskazują, że podejmowanie prób poszukiwania nowych rozwiązań i pomysłów w zakresie metod prognozowania oraz sposobów wykorzystania prognoz dostarczania gotówki może przynieść wymierne korzyści dla operatora sieci. Wskazane przez autorów korzyści wyrażają się w zmniejszeniu kwoty, jaką należałoby dostarczyć do bankomatów w celu zachowania płynności ich działania, co wpływa na możliwości alternatywnego wykorzystania powstających stąd nadwyżek.

prof. dr hab. Henryk Gurgul, dr Marcin Suder — *AGH w Krakowie*

LITERATURA

- Gurgul, H., Suder, M. (2012). Efekt kalendarza wypłat z bankomatów sieci Euronet. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Informatyki w Krakowie*, nr 8.
- Gurgul, H., Suder, M. (2013a). Modeling of Withdrawals from Selected ATMs of the "Euronet" Network. *Managerial Economics*, vol. 13.
- Gurgul, H., Suder, M. (2013b). The properties of ATMs development stages — an empirical analysis. *Statistic in Transition*, vol. 3.
- Gurgul, H., Suder, M. (2013c). Rozkład prawdopodobieństwa dziennych wypłat z bankomatów. *Wiadomości Statystyczne*, nr 4.
- Gurgul, H., Suder, M. (2015). Prognozowanie wypłat z bankomatów. *Wiadomości Statystyczne*, nr 8.

- Górka, J., Chodnicka, P. (2012). Prognoza rozwoju sieci bankomatów w Polsce. W: Sokołowski, J., Sosnowski, M., Żabiński, A. (red.), *Polityka ekonomiczna. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 246, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Kufel, T. (2010). *Ekonometryczna analiza cykliczności procesów gospodarczych o wysokiej częstotliwości obserwowania*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu.
- Takala, K., Viren, M. (2007). Impact of ATMs on the Use of Cash. *Communications and Strategies*, no. 66.

Summary. *The article presents the most important issues concerning the management of ATM network. The basis of the study were Euronet ATMs, located in the Małopolskie and Podkarpackie voivodships. The empirical part of the article is based on a time series of withdrawals from the ATMs in the period from January 2008 to December 2012. The study shows that the most important factor affecting the amount of management costs in the analyzed ATM network is the time and the size of withdrawals. The main results and conclusions are based on a linear model defined in this study. The authors present the impact of the time choice and the withdrawal amount for the costs of operating ATMs and indicate how you can reduce the cost of managing ATM.*

Keywords: ATM, withdrawals, simulation of replenishment.

Резюме. *В статье были представлены важнейшие вопросы касающиеся управления сетью банкоматов. Основой для обследования были банкоматы сети Euronet, расположены в малопольском и подкарпатском воеводствах. Эмпирическая часть статьи была основана на временных рядах снятия средств в этих банкоматах в период с января 2008 г. по декабрь 2012 г. Обследование позволило прийти к выводу, что самыми важными факторами влияющими на размер затрат на управление обследуемой сетью банкоматов являются время и объем изъятия. Основные результаты и выводы были основаны на линейной модели определенной в этой разработке. Было представлено влияние момента зарядки и объема изъятий на расходы по эксплуатации банкоматов, а также было указано на то, как можно снизить затраты на управление банкоматами.*

Ключевые слова: банкомат, изъятия, моделирование зарядки наличными деньгами.