

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJE
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

Excel. Analiza danych biznesowych

Autor: Gerald Knight

Tłumaczenie: Marcin Karbowski

ISBN: 83-246-0506-1

Tytuł oryginału: [Analyzing Business Data with Excel](#)

Format: B5, stron: 256

[Przykłady na ftp: 8001 kB](#)



Wykorzystaj Excel w swojej firmie

- Przeprowadzaj analizy statystyczne.
- Steruj procesami w firmie.
- Monitoruj obciążenie systemów.

Excel jest jedną z najpopularniejszych aplikacji biurowych, znaną niemal wszystkim posiadaczom komputerów. Jednak większość użytkowników wykorzystuje jedynie część możliwości tej aplikacji, nie wiedząc, że — oprócz obliczania sum i średnich w standardowych arkuszach — może ona ułatwić pracę na wiele sposobów. Narzędzia oferowane przez Excel, m.in. te, które służą do analizy i wizualizacji, warto stosować w znacznie szerszym zakresie, gromadząc i przetwarzając dane z wielu innych systemów.

Książka „Excel. Analiza danych biznesowych” przedstawia sposoby zastosowania tej aplikacji do realizacji zadań związanych z kierowaniem przedsiębiorstwem bądź zespołem produkcyjnym. Czytając ją, poznasz przykładowe aplikacje Excela i nauczysz się korzystać z wbudowanych w ten program narzędzi. Dowiesz się, jak przeprowadzać analizy za pomocą wykresów i tabel przestawnych, wyznaczać trendy na podstawie danych historycznych, korzystać z modułu Solver oraz tworzyć własne moduły obliczeniowe.

- Obliczenia i analizy statystyczne
- Korzystanie z tabel i wykresów przestawnych
- Tworzenie modeli matematycznych
- Prognozowanie obciążenia
- Monitorowanie systemów i procesów
- Optymalizowanie funkcji
- Import danych ze źródeł zewnętrznych
- Prezentacja danych

Przekonaj się, jak bardzo Excel może usprawnić działanie Twojej firmy



Spis treści

Wstęp	7
1. Statystyka w Excelu	11
Formuły tablicowe	11
Pośrednie adresowanie komórek	13
Funkcje statystyczne	16
2. Tabele przestawne i rozwiązywanie problemów	33
Podstawowe informacje o tabelach przestawnych	34
Zmienianie danych	47
Opcje tabeli przestawnej	50
3. Prognozowanie obciążenia pracą	53
Procedura	54
Tworzenie aplikacji	61
4. Tworzenie modeli	79
Regresja	79
Definiowanie problemu	83
Dopracowywanie metryk	86
Analiza	88
Budowanie modelu	93
Analiza rezultatów	95
Testowanie związków nieliniowych	98
5. Mierzenie jakości	101
Statystyczne Sterowanie Procesami	102
Uruchamianie aplikacji	104

Wygląd aplikacji	105
Dokonywanie zmian w aplikacji	115
6. Monitorowanie złożonych systemów	119
Aplikacja	120
Dane	122
Ustawienia	123
Obszar roboczy	125
Makra	135
7. Kontrola procesów	141
Dane	142
Aplikacja	143
Obliczenia	146
8. Kontrola przepływu pracy	163
Aplikacja	163
Dane	167
Obliczenia	167
VBA	171
Rozbudowywanie aplikacji	175
9. Optymalizacja	177
Szukaj wyniku	177
Solver	186
10. Importowanie danych	201
Pliki tekstowe	201
Bazy danych	206
XML	213
11. Problemy z danymi	219
Liczby	219
Daty	222
Raporty	223
Równoważność	228
12. Techniki efektywnej prezentacji	231
Szacunek dla informacji i jej odbiorcy	231
Duże arkusze	232
Wykresy	232

Obrazy i inne obiekty	234
Złożoność	237
Powtarzane elementy	237
Zagęszczenie informacji	238
Podkreślanie i wyróżnianie informacji	240
Skorowidz	245

Prognozowanie obciążenia pracą

Prognozowanie polega na wykorzystywaniu informacji dostępnych w danym momencie i przewidywaniu na ich podstawie przyszłego rozwoju wypadków. Korzystamy z naszej wiedzy o przeszłości, decydując, o której godzinie wstać z łóżka, ile jedzenia kupić i gdzie pojechać na wakacje. Zwykle nie zastanawiamy się nad sposobem, w jaki podejmujemy te decyzje, i nie oceniamy ich skutków. Prognozowanie w rozumieniu biznesowym ma charakter bardziej strukturalny. Do dyspozycji mamy specjalistyczne techniki, pozwalające modelować związki między dostępnymi informacjami a przyszłymi wartościami badanych parametrów.

Prognozy rzadko kiedy idealnie się sprawdzają. Należy się spodziewać pewnej różnicy między prognozą a wartością, którą w rzeczywistości przybierze badany parametr. W większość przypadków nie wystarczy zatem opracowanie prognozy, trzeba również oszacować jej dokładność. Oznacza to, iż przewidywanie polega na wyznaczeniu pewnego zakresu wartości i przypisaniu im określonego prawdopodobieństwa.

W tym rozdziale zajmiemy się przewidywaniem obciążenia pracą w typowym procesie biznesowym. Opisana przykładowa aplikacja prognozuje ilość telefonów do działu informacji, jednak wykorzystane w niej narzędzia mogą być również zastosowane w analizie wielu innych problemów. Przewidywane wartości tworzone są z wykorzystaniem danych z przeszłości. W tym przypadku przyszła ilość telefonów szacowana jest na podstawie informacji z kilku ostatnich tygodni.

Niniejszy rozdział opisuje również techniki tworzenia aplikacji w Excelu. Wykorzystuje ona połączenie organizacji, funkcji skróty, formatowania oraz języka VBA. Na koniec otrzymamy kompletną aplikację prognozującą obciążenie pracą.

Ponieważ jest to pierwsza aplikacja opisywana w tej książce, omówimy w szczegółach cały proces jej tworzenia, zaczynając od wykorzystywanych funkcji.

Nazwy użytych funkcji widoczne są w tabeli 3.1. Większość z nich zostanie opisana w trakcie omawiania samej aplikacji. Funkcje *INDEX*, *ADR.POŚR* oraz *ADRES* będą wykorzystywane w aplikacjach zamieszczonych w dalszej części książki. Rola wymienionych funkcji jest specyficzna, a opanowanie zasad ich działania niezbędne do zrozumienia omawianej aplikacji. Z tego względu przed przejściem do dalszej części rozdziału należy zapoznać się z zawartymi w rozdziale 1. informacjami na ich temat.

W aplikacji wykorzystano również narzędzia opisane w tabeli 3.2.

Tabela 3.1. Funkcje programu Excel zastosowane w przykładowej aplikacji opisywanej w tym rozdziale

INDEKS()	NR. KOLUMNY()	UFNOŚĆ()
ADR.POŚR()	SUMA()	ZAOKR.DO.CAŁK()
ADRES()	MIN()	MODUŁ.LICZBY()
DZIEŃ.TYG()	JEŻELI()	NORMALIZUJ()
WIERSZ()	ŚREDNIA()	ROZKŁAD.NORMALNY.S()
MAX()	ODCH.STANDARDOWE()	

Tabela 3.2. Narzędzia programu Excel wykorzystane w przykładowej aplikacji opisywanej w tym rozdziale

Narzędzie	Opis
Formatowanie	Formatowanie pozwala kontrolować wygląd aplikacji. Zwraca uwagę na ważne informacje, zaznaczając istotne elementy widoczne na ekranie.
Nazwane komórki i nazwane zakresy komórek	Nadawanie nazw komórkom i ich zakresom pozwala stworzyć jasny i przejrzysty interfejs między poszczególnymi częściami aplikacji.
Formuły tablicowe	Formuły tablicowe umożliwiają skrócenie obliczeń, dzięki czemu nie ma konieczności tworzenia osobnych kolumn dla poszczególnych operacji matematycznych.
Wykresy	Wykresy pozwalają przedstawić liczby w formie graficznej. W ten sposób użytkownik nie koncentruje się na samych liczbach, ale na ich znaczeniu i płynących z nich wnioskach.
Język VBA	Język VBA pozwala zwiększyć potencjał programu Excel i dopasować go do własnych potrzeb.

Procedura

Najpierw omówimy konieczne do wykonania obliczenia. Naszym zadaniem jest opracowanie jak najlepszej prognozy, zmierzenie jej dokładności i poradzenie sobie z ewentualnymi anomaliami. Program Excel daje nam odpowiednie narzędzia, zanim jednak zaczniemy wpisywać formuły, musimy zrozumieć dane, którymi dysponujemy.

Dane

W tym rozdziale wykorzystujemy dane działu informacji telefonicznej. Pracuje on 5 dni w tygodniu. Zgromadzone dane to po prostu informacje o ilości telefonów odebranych w poszczególnych dniach.

Wykorzystane tu techniki można zastosować w wielu innych sytuacjach wymagających analizy obciążenia pracą. Celem jest wyznaczenie przewidywanych wartości badanego parametru w danych jednostkach czasu. Wartości te mogą wykazywać pewien ogólny trend, charakteryzujący się krótkoterminowym zwiększaniem lub zmniejszaniem ilości łączonych rozmów. Dokładność prognozy zostanie oszacowana celem wyznaczenia zakresu przewidywanych zmian i ich prawdopodobieństwa.

Model obciążenia pracą powinien radzić sobie zarówno z przewidywalnymi, jak i nieprzewidywalnymi zmianami wartości. Łatwo przewidzieć, że zbliżają się święta, ale dane z grudnia nie stanowią dobrego materiału do tworzenia prognoz na styczeń. Na rzeczywiste wartości badanych parametrów wpływ ma bardzo wiele różnych czynników zewnętrznych. Konkurencja może podnieść ceny, może nastąpić awaria serwera, a burza śnieżna może spowodować brak dostaw prądu w znacznej części kraju. W rezultacie badane obciążenie pracą może się nagle zwiększyć lub zmniejszyć w sposób trudny do przewidzenia.

Przykładowe dane wykorzystane w tym rozdziale pochodzą z prawdziwego działu informacji telefonicznej i są opisem rzeczywistego procesu biznesowego.

Prognozy

Czas tworzy niepewność. Im dalszą przyszłość chcemy przewidzieć, tym mniejsza będzie dokładność naszej prognozy. W tym rozdziale zaczniemy od prognozy na najbliższy tydzień. W miarę uzyskiwania dodatkowych informacji oszacowanie będzie poprawiane i w efekcie otrzymamy prognozę dzienną. Stworzone też zostaną prognozy na poszczególne godziny, których wartości wykorzystywane będą do poprawienia dokładności oszacowań dziennych.

Długość cyklu

Długość cyklu to ilość obserwacji w cyklu. Wiele przedsiębiorstw działa w cyklu tygodniowym. Poniedziałki mają własną specyfikę, a piątki własną. Jeśli proces trwa 5 dni, długość cyklu wynosi 5. Oczywiście nie wszystko dzieje się w okresach 5-dniowych. Czasem mają one długość miesiąca lub godziny, a niekiedy jest to zupełnie inny, nietypowy przedział czasu. W każdym jednak przypadku niezmiernie ważne jest określenie ilości obserwacji w danym cyklu i zwykle wiedzę tę można zdobyć bez specjalnego analizowania danych. Jeśli jednak nie jesteśmy pewni, lepiej to sprawdzić.

W tym przykładzie wykorzystamy dane dotyczące ilości połączeń telefonicznych zrealizowanych w okresie 30 dni. Informacja działa od poniedziałku do piątku, w związku z czym prawdopodobnie długość cyklu wynosi 5 dni. Aby znaleźć jego rzeczywistą długość, musimy skorelować liczbę określającą ilość rozmów z nią samą, przesuniętą o różne ilości dni. Przesunięcie dające największą korelację to właśnie długość cyklu.

W tym celu wykorzystamy funkcję `WSP.KORELACJI`. Bazuje ona na dwóch argumentach w postaci zakresów o tej samej ilości komórek, a jako wynik zwraca korelację między wartościami w podanych zakresach. Formuła w kolumnie korelacja brzmi: `=WSP.KORELACJI(B$2:B$21;B3:B22)`. Po jej wpisaniu przeciągnięto ją do kolejnych 10 komórek. Wysoki współczynnik korelacji uzyskano jedynie w 5. i 10. komórce. Potwierdza to tezę o 5-dniowym cyklu. Wzajemne korelowanie tych samych liczb nazywamy autokorelacją.

Cała procedura pokazana jest na rysunku 3.1.

Średnia

Najprostsza prognoza to założenie, iż każdy dzień będzie się charakteryzował taką samą ilością połączeń telefonicznych jak odpowiadający mu dzień poprzedniego tygodnia. Może ono jednak spowodować problemy, jeżeli okaże się, iż tydzień wcześniej wystąpiły jakieś anomalie. Lepiej zatem opierać się na wartości średniej. Zwykła średnia może zostać zniekształcona przez bardzo nietypowe wartości, dlatego też lepiej wykorzystywać średnią filtrowaną. Eliminuje ona najwyższe i najniższe wyniki pomiaru przed obliczeniem średniej, co umożliwia znacznie lepsze oszacowanie badanych wartości.

Opisaną operację wykonuje się w dwóch etapach. Najpierw należy skonstruować tabelę zawierającą wartości dla jednego dnia (na przykład poniedziałku). Następnie obliczamy sumę, odejmujemy maksymalne i minimalne wartości, a wynik dzielimy przez liczbę mniejszą o 2 od ilości zsumowanych liczb.

	A	B	C	D	E	F
1	Dane	Połączenia		Cykle	Korelacja	
2	02-mar-98	19 051		1	0,041761535	
3	03-mar-98	17 589		2	-0,522939389	
4	04-mar-98	14 773		3	-0,530488242	
5	05-mar-98	13 751		4	-0,034717133	
6	06-mar-98	12 055		5	0,893005645	
7	09-mar-98	17 348		6	-0,009105792	
8	10-mar-98	16 428		7	-0,464664009	
9	11-mar-98	14 876		8	-0,344444224	
10	12-mar-98	14 356		9	0,167474956	
11	13-mar-98	13 154		10	0,877140175	
12	16-mar-98	17 923		11	0,037615399	
13	17-mar-98	16 303				
14	18-mar-98	14 609				
15	19-mar-98	14 608				
16	20-mar-98	13 058				
17	23-mar-98	18 930				
18	24-mar-98	17 230				
19	25-mar-98	14 082				
20	26-mar-98	12 711				
21	27-mar-98	12 210				
22	30-mar-98	19 475				
23	31-mar-98	18 428				
24	01-kwi-98	14 546				
25	02-kwi-98	14 433				
26	03-kwi-98	13 760				
27	06-kwi-98	18 154				
28	07-kwi-98	15 590				
29	08-kwi-98	13 671				
30	09-kwi-98	11 967				

=WSP.KORELACJI(B\$2:B\$21;B3:B22)

Rysunek 3.1. Wykorzystywanie korelacji w celu wyznaczenia długości cyklu

Do dyspozycji mamy dane z 5 tygodni. Pierwszy dzień to poniedziałek 02-mar-98, na liście znajduje się jeszcze 5 kolejnych poniedziałków. Z praktyki wynika, że ilość tygodni pozwalająca uzyskać najlepszy wynik bywa różna. Z jednej strony duża ilość danych daje większą precyzję oszacowania, z drugiej jednak zbyt duża liczba cykli może prowadzić do przekłamań z powodu występujących zmian sezonowych. W większości przypadków znakomicie sprawdza się okres 8 tygodni.

Funkcja *INDEKS* tworzy listę wartości dla wybranego dnia na podstawie analizy zdefiniowanego zakresu. Pierwszy z jej argumentów to zakres komórek zawierających listę wartości. Kolejny to numer wybranego elementu listy. W tym przypadku potrzebne nam są numery wierszy zawierających dane dotyczące poniedziałków. Pierwszy z nich to wiersz drugi, a pierwsza wartość w kolumnie *Wiersze* (komórka C2) to 2. Formuła w komórce C3 brzmi: =C2+5. Dodajemy 5, ponieważ tyle wynosi długość cyklu. Formułę przeciągamy do komórki C6. W komórce D2 znajduje się następująca formuła: =INDEKS(B\$1:B\$26;C2). Wskazuje ona na drugi element listy B1:B26. Tę formułę również należy przeciągnąć w dół. Filtrowaną średnią oblicza formuła: =LICZBA.CAŁK((SUMA(D2:D6)-(MAX(D2:D6)+MIN(D2:D6))/3)). Wykorzystujemy 5 wartości, ale najwyższa i najniższa są eliminowane, sumę dzielimy więc przez 3. Funkcja *LICZBA.CAŁK* zwraca wartość jako liczbę całkowitą. Ponieważ badamy ilość połączeń telefonicznych, nie ma sensu wykorzystywać wartości rzeczywistych — nie istnieje przecież coś takiego jak pół telefonu! W opracowywanej aplikacji filtrowana średnia stanowi prognozę tygodniową. Uzyskujemy dzięki niej oszacowanie ilości telefonów na tydzień naprzód. Wykorzystaliśmy wartości z pięciu poniedziałków w okresie od 2. marca do 3. kwietnia i utworzyliśmy prognozę na kolejny poniedziałek — 6. kwietnia. Efekt opisanych obliczeń przedstawiony jest na rysunku 3.2.

	A	B	C	D	E
1	Dane	Połączenia	Wiersze	Połączenia tel. - poniedziałek	
2	02-mar-98	19 051	2		19051
3	03-mar-98	17 509	7		17348
4	04-mar-98	14 773	12		17923
5	05-mar-98	13 751	17		18930
6	06-mar-98	12 055			19475
7	09-mar-98	17 348			
8	10-mar-98	16 428		Filtrowana średnia	
9	11-mar-98	14 876			18634
10	12-mar-98	17 923			
11	13-mar-98	16 303			
12	14-mar-98	14 609			
13	17-mar-98	14 608			
14	18-mar-98	13 058			
15	23-mar-98	18 930			
16	24-mar-98	17 230			
17	25-mar-98	14 082			
18	26-mar-98	12 711			
19	27-mar-98	12 210			
20	30-mar-98	19 475			
21	31-mar-98	18 428			
22	01-kwi-98	14 546			
23	02-kwi-98	14 433			
24	03-kwi-98	13 760			
25	06-kwi-98	18 154			
26	07-kwi-98	15 590			
27	08-kwi-98	13 671			
28	09-kwi-98	11 967			

Rysunek 3.2. Obliczanie średniej filtrowanej

Dopasowanie prognozy do trendu

Trend to zmiana wartości średniej w czasie. Z roku na rok możemy oczekiwać wzrostu sprzedaży lub spadku ilości skarg. Jednak w krótkim czasie trendy zwykle niewiele znaczą. 5-procentowy wzrost w skali roku oznacza tygodniowy wzrost poniżej 0,1%. Systemy biznesowe nie są przewidywalne w tak małych przedziałach wartości. W rezultacie tego typu trend nie ma żadnego znaczenia dla tworzonej prognozy. Istnieją jednak inne czynniki. W przypadku każdej operacji wartości zwiększają się i zmniejszają z tygodnia na tydzień. Tego typu krótkoterminowe trendy mają znaczny wpływ na dokładność prognozy.

Zrozumienie trendów jest niezbędne podczas budowania dokładnego modelu prognozującego. Obliczyć należy stosunek wartości prognozowanych (filtrowanej średniej) do wartości rzeczywistych. Na rysunku 3.3 widoczne błędy nie są losowe. Prognozowane wartości są niskie w okresie paru dni, a przez kolejnych kilka — wysokie. Nie mamy tu do czynienia z prawdziwym trendem, a jedynie ze zmiennymi okresami wysokich i niskich wartości.

Oznacza to, że dokładność można poprawić przez dopasowanie oparte na pomiarze błędu oszacowania z poprzedniego dnia. Błędy polegające na znacznych odchyleniach wartości w jednym kierunku oznaczać mogą występowanie długoterminowego trendu. Taka sytuacja wymagać może innego podejścia niż wykorzystywanie do pomiaru wartości tygodniowych. Jeśli błędy nie wykazują żadnych prawidłowości, najlepiej zapomnieć o trendzie, a do prognozowania wykorzystywać średnią filtrowaną. W omawianym przypadku dopasujemy ją w oparciu o 1,5 wartości błędu z poprzedniego dnia. W większości przypadków nadaje to prognozie odpowiedni kierunek, nie powodując przy tym zbytniego zawyżania lub zaniżania szacowanych wartości.

	A	B	C	D
1	Data	Wartość Rzeczywista	Prognoza	P/WR
2	26-maj-98	14 805	16 930	1,144
3	27-maj-98	17 169	14 053	0,819
4	28-maj-98	14 371	13 127	0,913
5	29-maj-98	11 520	11 448	0,994
6	01-cze-98	16 044	17 683	1,102
7	02-cze-98	15 857	16 457	1,038
8	03-cze-98	13 972	14 223	1,018
9	04-cze-98	12 985	13 127	1,011
10	05-cze-98	11 736	11 300	0,963
11	08-cze-98	16 535	17 764	1,074
12	09-cze-98	15 379	16 501	1,073
13	10-cze-98	13 514	14 273	1,056
14	11-cze-98	12 692	13 218	1,041
15	12-cze-98	11 657	11 462	0,983
16	15-cze-98	17 405	17 524	1,007
17	16-cze-98	17 195	16 290	0,947
18	17-cze-98	14 092	14 235	1,010
19	18-cze-98	13 103	13 227	1,009
20	19-cze-98	11 302	11 605	1,027
21	22-cze-98	16 552	17 551	1,060
22	23-cze-98	15 977	16 312	1,021
23	24-cze-98	13 761	14 256	1,036
24	25-cze-98	12 348	13 296	1,077
25	26-cze-98	10 733	11 575	1,078
26	29-cze-98	16 138	17 331	1,074
27	30-cze-98	15 082	16 302	1,081
28	01-lip-98	13 049	14 311	1,097
29	02-lip-98	11 006	13 226	1,202
30	03-lip-98	3 235	11 360	3,512

Rysunek 3.3. Analiza błędów

Następnie obliczymy dopasowaną prognozę na dany dzień. Uwzględnić ona będzie aktualny trend, co zwiększy jej dokładność. Na rysunku 3.4 definiująca dopasowaną prognozę formuła (komórka D17) brzmi: $=C17*((1+(B16/C16))/2)$. Mnoży ona wartość w komórce C17 przez $(1+(B16/C16))/2$, gdzie B16/C16 to stosunek wartości rzeczywistej do prognozowanej. Chcemy jednak wykorzystać jedynie połowę tej liczby. Z tego względu formuła dzieli zwiększoną o 1 proporcję przez 2. Ogólnie dopasowana prognoza jest o 10% dokładniejsza niż filtrowana średnia.

	A	B	C	D	E
1	Data	Wartość rzeczywista	Filtrowana średnia	Dopasowana prognoza	Dopasowana prognoza/WR
2	27-maj-98	17 169	14 053		
3	28-maj-98	14 371	13 127	14 582	1,014706
4	29-maj-98	11 520	11 448	11 990	1,040837
5	01-cze-98	16 044	17 683	17 739	1,105622
6	02-cze-98	15 857	16 457	15 694	0,989741
7	03-cze-98	13 972	14 223	13 964	0,999408
8	04-cze-98	12 985	13 127	13 011	1,002015
9	05-cze-98	11 736	11 300	11 239	0,957642
10	08-cze-98	16 535	17 764	18 107	1,095053
11	09-cze-98	15 379	16 501	15 930	1,035840
12	10-cze-98	13 514	14 273	13 788	1,020257
13	11-cze-98	12 692	13 218	12 867	1,013753
14	12-cze-98	11 657	11 462	11 234	0,963708
15	15-cze-98	17 405	17 524	17 673	1,015402
16	16-cze-98	17 195	16 290	16 235	0,944152
17	17-cze-98	14 092	14 235	14 630	
18					
19	Średni błąd:		659,93	520,95	

$=C16*(1+(B16/C16))/2)$

$\{=ŚREDNIA(MODUŁ.LICZBY(B3:B16-D3:D16))\}$

Rysunek 3.4. Poprawianie dokładności prognozy

Formuła średniego błędu w kolumnie *Dopasowana prognoza* brzmi: $\{=ŚREDNIA(MODUŁ.LICZBY(B3:B16-D3:D16))\}$. Jest to formuła tablicowa. Tworzy ona wektor (listę) wartości bezwzględnych różnic między wartościami rzeczywistymi a prognozowanymi. Jako wynik podaje średnią tych wartości. Daje to ten sam efekt co utworzenie nowej kolumny zawierającej formułę $=MODUŁ.LICZBY(B3-C3)$, ciągnącej się do wiersza 16, a następnie wyciągnięcie średniej z zawartych w niej liczb. Wykorzystując formułę tablicową, wykonujemy to samo obliczenie bez dodawania 14 zbędnych formuł do arkusza.

Określanie przedziału ufności

Średnia dzienna rzeczywista ilość telefonów wynosi około 14 300, z kolei średni błąd dopasowanej prognozy wynosi 520, co jest równe mniej więcej 3,5% — oznacza to, iż prognoza określa tak naprawdę pewien zakres wartości.

W arkuszu *Ustawienia* użytkownik ustalić może przedział ufności. Aplikacja określi zakres dopasowanej prognozy o takim prawdopodobieństwie. Jeśli przedział ufności ustawiony zostanie na 0,9, aplikacja wyświetli prognozę oraz modyfikator +/- równy wartości zakresu. Wartość rzeczywista znajdzie się w wybranym zakresie z prawdopodobieństwem 90%.

Na rysunku 3.4 dopasowana prognoza na kolejny dzień wynosi 14 630. Wartość rzeczywista wynosić będzie 14 630 +/- 316 z prawdopodobieństwem 90%. Formuła tablicowa dla tego obliczenia to: $\{=UFNOŚĆ(0,1;ODCH.STANDARDOWE(D3:D16-B3:B16);14)\}$. Funkcja *UFNOŚĆ* jako wynik zwraca przedział ufności. Jej działanie opiera się na trzech argumentach. Pierwszy to pożądaný poziom istotności. Jest to wartość błędu oczekiwanego; jeśli więc chcemy uzyskać poziom ufności równy 0,9, musimy jako parametr funkcji wpisać 1-0,9, czyli 0,1. Kolejna wartość to odchylenie standardowe. W tym przypadku obliczane jest ono na podstawie różnic między wartościami rzeczywistymi a dopasowanymi prognozami. Obliczenie to jest częścią formuły tablicowej. Ostatni argument to ilość wykorzystywanych wartości — jest ich 14.

Anomalie

Problem stanowią święta, podobnie jak wszelkie duże, krótkoterminowe skoki wartości. Są one trudne do przewidzenia i zmniejszają dokładność późniejszych prognoz, ponieważ wykorzystywane w tym rozdziale techniki bazują na zgromadzonych danych z przeszłości. Filtrowanie średniej rozwiązuje problem zwykłych skoków wartości. Zdarzają się jednak anomalie o tak dużej skali, iż jedynym rozwiązaniem jest ich usunięcie z opracowywanych danych. Najlepszym przykładem są tutaj ostatnie 2 tygodnie grudnia każdego roku.

Po wpisaniu wartości rzeczywistej aplikacja sprawdza błąd prognozy i oblicza prawdopodobieństwo przekroczenia wartości cechującej normalny rozkład błędów. Oczywiście zakładamy tu, iż błędy mają rozkład normalny.

Na rysunku 3.5 wprowadzona została wartość rzeczywista dla dnia 17-cze-98. Średni błąd dla ostatnich 14 dni wynosi 520,95. Błąd dla omawianego dnia wynosi 538. Aby stwierdzić, z jakim prawdopodobieństwem wartość ta stanowi anomalię, konieczne jest wyznaczenie odchylenia standardowego dla ostatnio obliczonych błędów. Odpowiedzialna jest za to formuła tablicowa $\{=ODCH.STANDARDOWE(D3:D16-B3:B16)\}$, zawarta w komórce D23. Po raz kolejny wykorzystujemy tu formułę tablicową, aby uniknąć niepotrzebnego tworzenia dodatkowych

kolumn z obliczeniami. W komórce D24 znajduje się formuła $\{=\text{ŚREDNIA}(D3:D16-B3:B16)\}$, obliczająca średni błąd. Wynik różni się od wartości w komórce D19, która określa średni błąd na podstawie wartości bezwzględnej.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Data	Wartość rzeczywista	Filtrowana średnia	Dopasowana prognoza	Dopasowana prognoza/WR		
2	27-maj-98	17 169	14 053				
3	28-maj-98	14 371	13 127	14 582	1,014706		
4	29-maj-98	11 520	11 448	11 990	1,040837		
5	01-cze-98	16 044	17 683	17 739	1,105622		
6	02-cze-98	15 857	16 457	15 694	0,989741		
7	03-cze-98	13 972	14 223	13 964	0,999408		
8	04-cze-98	12 985	13 127	13 011	1,002015		
9	05-cze-98	11 736	11 300	11 239	0,957642		
10	08-cze-98	16 535	17 764	18 107	1,095053		
11	09-cze-98	15 379	16 501	15 930	1,035840		
12	10-cze-98	13 514	14 273	13 788	1,020257		
13	11-cze-98	12 692	13 218	12 867	1,013753		
14	12-cze-98	11 657	11 462	11 234	0,963708		
15	15-cze-98	17 405	17 524	17 673	1,015402		
16	16-cze-98	17 195	16 290	16 235	0,944152		
17	17-cze-98	14 092	14 235	14 630	1,036207		
18							
19	Średni błąd:		659,93	520,95			
20							
21	Błąd na dzień: 17-cze-98			538,42	=MODUŁ.LICZBY(B17-D17)		
22							
23	Odchylenie standardowe błędu			719,91	=ODCH.STANDARDOWE(D3:D16-B3:B16)		
24	Średni błąd			227,88	=ŚREDNIA(D3:D16-B3:B16)		
25	Normalizacja			1,06	=MODUŁ.LICZBY(NORMALIZUJ(B17-D17;D24;D23))		
26	Rozkład normalny			0,86	=ROZKŁAD.NORMALNY.S(D25)		
27	Prawdopodobieństwo anomalii			71,29%	=(D26-0,5)*2		

Rysunek 3.5. Wyszukiwanie anomalii

Należy ustalić, jak bardzo (biorąc jako jednostkę odchylenie standardowe) obliczony błąd różni się od średniej błędów. Wartość tę określa funkcja *NORMALIZUJ*. Badany błąd jest równy B17-D17. D24 to obliczona powyżej średnia błędów, a D23 to odchylenie standardowe. Formuła $=\text{MODUŁ.LICZBY}(\text{NORMALIZUJ}(B17-D17;D24;D23))$ w komórce D25 oblicza, jak bardzo błąd różni się od wartości średniej błędów (w odchyleniach standardowych).

Chcemy również wiedzieć, jaka część rozkładu jest bardziej zbliżona do średniej niż wyznaczony błąd. Dzięki temu będziemy mogli określić, z jakim prawdopodobieństwem jest on zbyt duży. Wykorzystując wynik działania funkcji *NORMALIZUJ*, formuła w komórce D26: $=\text{ROZKŁAD.NORMALNY.S}(D25)$ wyznacza część rozkładu mieszczącą się pomiędzy średnią a wartością w komórce D23. W omawianym tu przykładzie 86% błędów ma wartość mniejszą od średniej o 1,06 odchylenia standardowego.

Prognoza może być wysoka lub niska. Z tego względu rozkład błędów ma dwa obszary krańcowe. Ostateczną odpowiedź daje nam formuła w komórce D27, która brzmi $=(D26-0,5)*2$. Odejmujemy 0,5, ponieważ funkcja *ROZKŁAD.NORMALNY.S* bierze pod uwagę tylko jeden z krańcowych obszarów rozkładu, i mnożymy przez 2, gdyż błąd może wystąpić w dowolnym z nich. Oszacowanie wskazuje, iż 71% błędów przyjmie wartość mniejszą niż 538. Dane z aktualnego dnia są zatem normalne. Opisane obliczenia ilustruje rysunek 3.5.

Jeśli prawdopodobieństwo anomalii jest zbyt wysokie, wartość z danego dnia należy pominąć podczas obliczania prognozy. W przedstawionej w dalszej części rozdziału aplikacji użytkownik może ustalić stopień wykrywalności anomalii w arkuszu *Ustawienia*. Jeżeli jej prawdopodobieństwo jest wyższe od wyznaczonego stopnia, aplikacja zastępuje w obliczeniach daną wartość jej odpowiednikiem z poprzedniego tygodnia.

Tworzenie aplikacji

Wiemy już, jak aplikacja powinna działać w teorii. Musimy jednak przełożyć nasze rozważania na praktyczne rozwiązanie, które można zaproponować potencjalnemu użytkownikowi. W tej części rozdziału stworzymy za pomocą programu Excel kompletną aplikację, opartą na wcześniej opisanych procesach.

Projekt

W trakcie tworzenia aplikacji bardzo łatwo stracić kontrolę nad zawartymi w niej obliczeniami i procesami. Z tego względu ważne jest jej odpowiednie zaplanowanie i utworzenie ogólnej struktury projektu. Przykładowa aplikacja składa się z kilku arkuszy, z których każdy ma osobną funkcję.

Arkusz *Dane* przechowuje informacje i nie zawiera żadnych formuł. Nie jest również sformatowany, ponieważ użytkownik nie będzie do niego zaglądał. Zawiera on jedynie dane, na podstawie których wykonywane będą wszystkie obliczenia. Do tego arkusza wprowadzane są także nowe informacje. Takie rozwiązanie ma swoje zalety: w przypadku zmiany źródła danych aktualizacji wymagać będzie jedynie interfejs między zawierającym je arkuszem a ich nowym źródłem.

Wszystkie obliczenia zawarte są w arkuszu *ObszarRoboczy*. Tylko ten arkusz zawiera funkcje skoroszytu.

Arkusz *Prognoza* służy do prezentacji danych. Jest połączony z arkuszem *ObszarRoboczy* za pomocą nazwanych komórek i ich zakresów. Nie zawiera formuł, a jedynie odpowiednio sformatowane i zorganizowane informacje.

W arkuszu *Ustawienia* dostępne są opcje aplikacji. Aplikacja zawiera również dwa specjalistyczne arkusze: *Wykres*, który przedstawia wykres dokładności prognozy, oraz *Godziny*, który zawiera tabelę prognoz tworzonych na kolejne godziny. Nie zawierają one formuł, a ich jedyną funkcją jest przechowywanie i prezentowanie informacji.

Kluczową częścią aplikacji jest wyznaczanie prognoz w arkuszu *ObszarRoboczy*. Aby jednak stworzone rozwiązanie było kompletne i czytelne, należy wokół wspomnianego arkusza zbudować odpowiednią strukturę. W jaki sposób przedstawić wyniki obliczeń? Jak użytkownik może wpływać na działanie aplikacji? Odpowiedzi na tego typu pytania udziela się przez stworzenie projektu.

Lista wymagań

Na tym etapie konieczna jest współpraca z użytkownikiem. Twórca oprogramowania i użytkownik muszą ustalić, w jaki sposób aplikacja będzie wykorzystywana. W tym przypadku wymagania są następujące:

1. Tworzony system ma wyświetlać prognozy na cały tydzień.
2. Pokazywana będzie prognoza na kolejny dzień.
3. Obliczane i prezentowane będą prognozy na kolejne godziny.
4. Aplikacja obliczać będzie dokładność prognozy w oparciu o dane z ostatnich 20 dni.

5. Użytkownik ma mieć możliwość wprowadzania ilości telefonów dla poszczególnych godzin.
6. System powinien wykrywać anomalie i odpowiednio na nie reagować.
7. Użytkownik będzie mógł wprowadzać nowe dane oraz usuwać (poprawiać) informacje już zawarte w aplikacji.

Źródło danych

Dane pochodzić mogą z różnych źródeł. Można je pobrać z bazy danych SQL, strony internetowej utworzonej w języku XML lub po prostu wpisać. W omawianej aplikacji użytkownik wpisywać będzie dane dotyczące ilości połączeń własnoręcznie. Makra napisane w języku VBA kontrolować będą poprawność danych oraz miejsce ich zapisania. Wpisanie tych samych informacji bezpośrednio do arkusza *Dane* nie zakłóci jednak działania programu.

Rysunek 3.6 pokazuje układ kolumn w arkuszu *Dane*. Użytkownik wprowadzać będzie wyłącznie wartości w kolumnie *Połączenia*. Pozostałe dane obliczane będą przez samą aplikację. Arkusz ten nie zawiera żadnych formuł, a jego formatowanie nie ma znaczenia.

	A	B	C	D	E
1	Znacznik anomalii	Data	Połączenia	Prognoza tygodniowa	Prognoza dopasowana
64	0	27-maj-98	17 169	14 053	
65	0	28-maj-98	14 371	13 127	14 582
66	0	29-maj-98	11 520	11 448	11 990
67	0	01-cze-98	16 044	17 683	17 739
68	0	02-cze-98	15 857	16 457	15 694
69	0	03-cze-98	13 972	14 223	13 964
70	0	04-cze-98	12 985	13 127	13 011
71	0	05-cze-98	11 736	11 300	11 239
72	0	08-cze-98	16 535	17 764	18 107
73	0	09-cze-98	15 379	16 501	15 930
74	0	10-cze-98	13 514	14 273	13 788
75	0	11-cze-98	12 692	13 218	12 867
76	0	12-cze-98	11 657	11 462	11 234

Rysunek 3.6. Układ kolumn w arkuszu *Dane*

Procedura usuwająca ostatni wprowadzony dzień usprawni edycję danych. W celu wyznaczenia innego źródła danych wystarczy wprowadzić odpowiednie zmiany w kodzie VBA. Makrami zajmiemy się w dalszej części rozdziału.

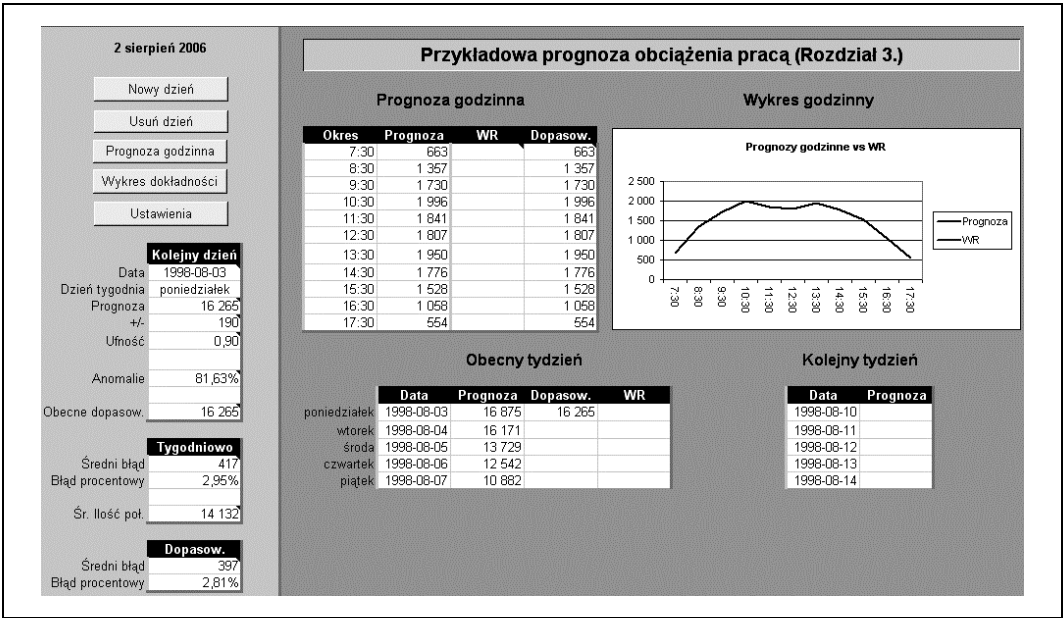
Prezentacja

Kolejny krok to określenie sposobu prezentowania danych. Rozważyć należy trzy czynniki. Po pierwsze, najważniejsze na tym etapie są elementy informacji. Są one prezentowane jako bloki powiązanych danych. Obszar wyświetlający prognozę na poszczególne dni danego tygodnia to jeden z takich elementów, innym przykładem może być wykres prognoz godzinnych. Formuły i obliczenia w obszarze roboczym zależeć będą od zawartości i układu tych elementów.

Istotne jest również rozmieszczenie wspomnianych elementów. Te, które są wzajemnie powiązane, powinny się wzajemnie „wspierać”. Najważniejsze z nich należy umieścić w widocznych miejscach. Ostatni z omawianych czynników to formatowanie. Najlepszym rozwiązaniem jest

prosta kolorystyka, podkreślająca zawartość poszczególnych elementów. Rozmieszczenie i kolorystykę łatwo zmienić.

Na rysunku 3.7 widoczny jest główny arkusz aplikacji, który spełnia funkcję podobną do strony głównej witryny internetowej, co pomaga użytkownikowi zrozumieć jej działanie. Dzięki temu wie on, czego może się po niej spodziewać i jak się nią posługiwać. Obszary wyświetlające dane mają wygląd typowy dla programu Excel, co sprawia, że wyłącznie prezentowane informacje przedstawiane są czarno na białym. Nagłówki i etykiety mają znacznie mniejszy kontrast, co pozwala położyć większy nacisk na wyświetlane dane.



Rysunek 3.7. Główne okno aplikacji

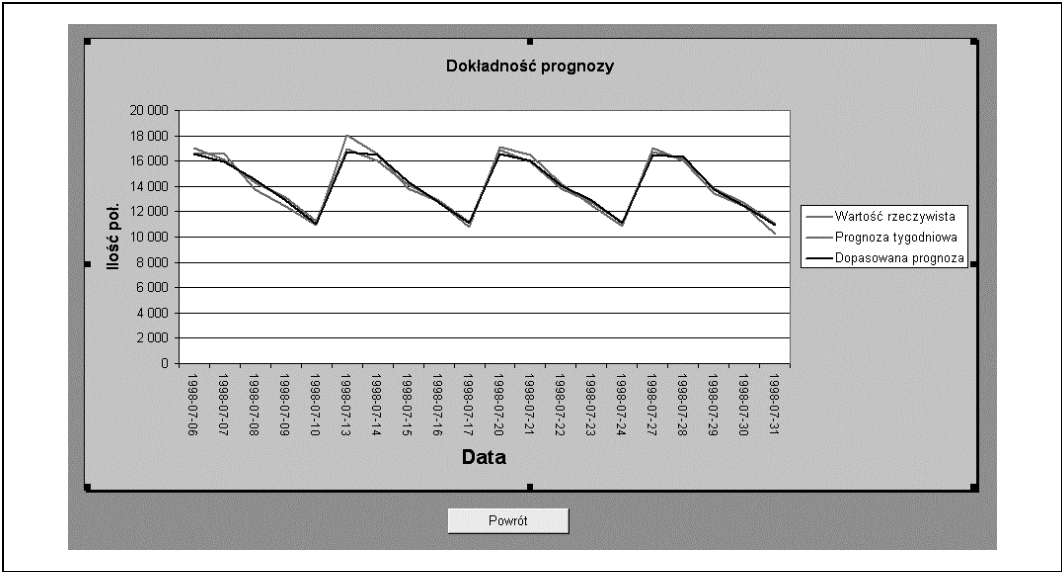
Obszar po lewej stronie oddzielony jest za pomocą innego koloru tła. Zawiera przyciski do nawigacji i informacje podsumowujące. W głównej części okna widoczne są szczegółowe prognozy.

Kolorystyka prezentacji opiera się na barwach czarnej, szarej oraz białej. Zbyt duża ilość kolorów mogłaby stanowić problem, ludzie bowiem lepiej rozróżniają jasne i ciemne odcienie niż poszczególne kolory; pewne połączenia barw powodują też zmęczenie oczu, a niektórzy spośród użytkowników mogą być daltonistami. Wiadomości wyróżnione za pomocą kolorów mogą również zostać utracone podczas druku.

Prezentowane informacje pobierane są z obszaru roboczego za pomocą odwołań do nazwanych komórek i ich zakresów. Ma to kilka zalet: łatwo dzięki temu zmienić sposób wyświetlania danych, obszary arkusza można wycinać i wklejać w dowolnym miejscu, zachowuje to również organizację aplikacji. Omawiany arkusz nie zawiera obliczeń, a jedynie formatowanie.

Aplikację uzupełniają dwa dodatkowe arkusze wyświetlające dane: wykres dokładności prognoz z ostatnich dwudziestu dni oraz tabelę z prognozami godzinnymi na cały tydzień. Nie ma na nie miejsca w głównym oknie aplikacji, umieszczone więc zostały w osobnych arkuszach. Prezentowane w nich dane również pochodzą z obszaru roboczego.

Wykres dokładności prognoz widoczny jest na rysunku 3.8.



Rysunek 3.8. Wykres dokładności

Prognozy na poszczególne godziny przedstawiono na rysunku 3.9.

Godzinne prognozy dla tygodnia rozpoczynającego się od dnia: poniedziałek 1998-08-03							
	Nd	Pon	Wt	Śr	Czw	Pt	Sob
7:30		523	662	515	444	443	
8:30		1 219	1 528	1 113	951	908	
9:30		1 581	1 810	1 434	1 284	1 157	
10:30		1 811	2 012	1 676	1 495	1 335	
11:30		1 799	1 884	1 533	1 440	1 232	
12:30		1 779	1 686	1 488	1 369	1 209	
13:30		2 070	1 820	1 655	1 528	1 305	
14:30		2 182	1 734	1 516	1 466	1 188	
15:30		1 823	1 500	1 359	1 236	1 022	
16:30		1 358	1 004	931	859	708	
17:30		724	526	502	464	371	

Rysunek 3.9. Prognozy godzinne

Konwencje i nazwy

Omawiana aplikacja jest złożona. Nadanie nazw ważnym wartościom upraszcza formuły i ułatwia jej zrozumienie, a także rozwiązywanie problemów i poprawianie obliczeń. Innym sposobem kontrolowania zachodzących w programie procesów jest zastosowanie jasno zdefinio-

wanych konwencji w obszarze roboczym. Zastosowałem tu kilka prostych zasad: informacje pochodzące z arkusza *Dane* zapisane są niebieską czcionką; dane wyświetlane w arkuszach *Prognoza*, *Wykres* i *Godziny* umieszczane są na szarym tle; na niebieskim tle widoczne są informacje, które przechowywane będą w arkuszu *Dane*; komórki zawierające obliczenia mają pogrubione kontury; wartości wykorzystywane w innych obliczeniach i makrach umieszczone są w kolumnie A i mają odpowiednie nazwy.

Nazwy wartości i zakresów w arkuszu Ustawienia

Przedstawiony na rysunku 3.10 arkusz *Ustawienia* zawiera opcje, które użytkownik może zmieniać.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Nagłówek	Przykładowa prognoza obciążenia pracą (Rozdział 3.)			Nd	Pon	Wt	Śr	Czw	Pt	Sob
2	Długość cyklu	5		7:30	0	0,03102	0,04095	0,03755	0,03541	0,04078	0
3	Badana wartość	Ilość pot.		8:30	0	0,0722516	0,09449	0,08113	0,07583	0,08345	0
4	Poziom ufności	0,9		9:30	0	0,0937151	0,11194	0,1045	0,10244	0,10637	0
5	Wykrywalność anomalii	0,999		10:30	0	0,1073305	0,12447	0,1221	0,11926	0,12276	0
6				11:30	0	0,106624	0,11652	0,11173	0,11484	0,11323	0
7				12:30	0	0,1054552	0,1043	0,10843	0,10923	0,11111	0
8				13:30	0	0,1227185	0,11258	0,12061	0,12189	0,11995	0
9				14:30	0	0,1293463	0,10727	0,11049	0,11694	0,1092	0
10				15:30	0	0,1080883	0,09278	0,09901	0,0986	0,09395	0
11				16:30	0	0,0805107	0,06213	0,06786	0,06854	0,06508	0
12				17:30	0	0,0429399	0,03257	0,03657	0,03703	0,03411	0
13											
14											
15											
16											
17											

Rysunek 3.10. Arkusz *Ustawienia*

W aplikacji zastosowano nazwane komórki i ich zakresy celem wyodrębnienia interfejsów między arkuszami. Nazwy wspomnianych komórek i zakresów zdefiniowane są w arkuszu *Ustawienia*.

Nagłówek (B1)

Wpisany w tym polu nagłówek wyświetlony zostanie u góry arkusza *Prognoza*.

Długość cyklu (B2)

Nazwa komórki wyjaśnia wszystko. W tym przypadku bazujemy na 5-dniowym tygodniu roboczym, więc długość cyklu wynosi 5. Aplikacja wykorzystywać może dowolną wartość między 2 a 7.

Badana wartość (B3)

Tu wpisać należy nazwę prognozowanej wartości. W naszym przypadku jest to ilość połączeń telefonicznych, ale w zależności od wykonywanej pracy może to być ilość wystawianych rachunków, zamówień, sprzedanych samochodów lub inny dowolny parametr. Wpisana nazwa wykorzystywana jest w nagłówkach i etykietach.

Poziom ufności (B4)

Poziom ufności określa prawdopodobieństwo wykorzystywane przy określaniu zakresu dopasowanej prognozy.

Wykrywalność anomalii (B5)

Aplikacja oblicza prawdopodobieństwo, z jakim rzeczywista wartość badanej zmiennej na dany dzień jest anomalią. Wpisana w tym polu wartość jest wykorzystywana podczas podejmowania decyzji o ewentualnym zignorowaniu danego pomiaru.

Rozkład na poszczególne godziny (E2:K12)

Obszar ten zawiera oczekiwany rozkład pracy dla kolejnych dni. Wykorzystuje 11-godzinny dzień pracy, jednak podział ten można dowolnie zmieniać. Dla każdego dnia określono, jaki procent telefonów obsłużono w ciągu poszczególnych godzin. Obliczenia te oparte są na danych z ostatnich kilku tygodni. Rozkład opisany w tej tabeli wykorzystywany jest podczas tworzenia prognozy na kolejne godziny.

Przedziały (D2:D12)

Kolumna ta zawiera etykiety elementów tabeli *Rozkład na poszczególne godziny*. W przypadku naszych danych są to oznaczenia kolejnych godzin.

Nazwy wartości w obszarze roboczym

Pierwsza część obszaru roboczego widoczna jest na rysunku 3.11.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Ostatni wiersz	0	1998-05-15	12 405	12 405				11 657
2	111	0	1998-05-18	18 639	18 639				11 302
3	Początek zakresu	0	1998-05-19	18 686	18 686				10 733
4	55	0	1998-05-20	15 567	15 567				10 733
5	Dzień tygodnia	0	1998-05-21	13 709	13 709				10 931
6	6	0	1998-05-22	10 767	10 767				10 773
7	Jutro	1	1998-05-25	0	18 639				10 824
8	2	0	1998-05-26	14 805	14 805				10 238
9		0	1998-05-27	17 169	17 169			Prognoza	10 882
10	Początek tygodnia	0	1998-05-28	14 371	14 371				
11	57	0	1998-05-29	11 520	11 520				
12	Pierwszy dzień roboczy	0	1998-06-01	16 044	16 044				
13	2	0	1998-06-02	15 857	15 857				
14		0	1998-06-03	13 972	13 972				
15		0	1998-06-04	12 985	12 985				
16	Przedział	0	1998-06-05	11 736	11 736				
17	190,05	0	1998-06-08	16 535	16 535				
18		0	1998-06-09	15 379	15 379				
19		0	1998-06-10	13 514	13 514				
20		0	1998-06-11	12 692	12 692				
21	Obecna godzina	0	1998-06-12	11 657	11 657				
22	0	0	1998-06-15	17 405	17 405				
23	Obecna proporcja	0	1998-06-16	17 195	17 195				
24	1	0	1998-06-17	14 092	14 092				
25		0	1998-06-18	13 103	13 103				
26		0	1998-06-19	11 302	11 302				
27		0	1998-06-22	16 552	16 552				
28		0	1998-06-23	15 977	15 977				

Rysunek 3.11. Obszar roboczy

W tym arkuszu zawarte są wszystkie obliczenia. Nazwy wykorzystywanych wartości opisano w tabeli 3.3.

Zakresy komórek w obszarze roboczym

W tej części rozdziału skoncentrujemy się na nazwanych zakresach komórek w obszarze roboczym. Każdy z nich odpowiada za dane i obliczenia związane z pojedynczym aspektem tworzonej prognozy. Organizują one również dane w sposób ułatwiający ich późniejszą prezentację w arkuszu *Prognoza*.

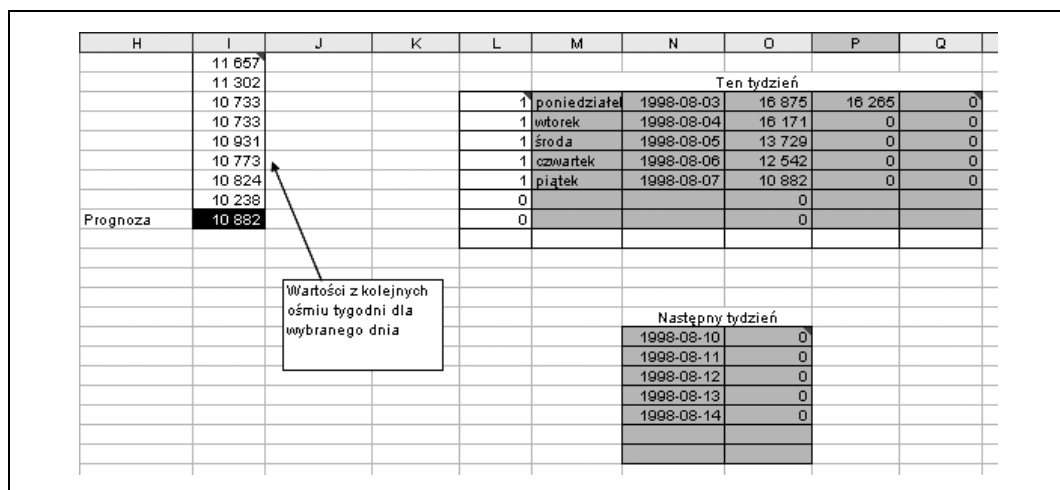
Omawiana część obszaru roboczego pokazana jest na rysunku 3.12.

Tabela 3.3. Opisy wartości wykorzystywanych w obszarze roboczym

Nazwa wartości	Formuła	Opis
Last_Row (A2)	{=MAX((WIERSZ(Dane!B1:B2000)*(Dane!B1:B2000<>""))))}	Formuła ta oblicza numer ostatniego wiersza wykorzystywanego w arkuszu <i>Dane</i> . Jest to formuła tablicowa mnożąca numery wierszy przez wartość logiczną (1 albo 0). Wartość ta wynosi 0, jeśli komórka w danym wierszu jest pusta. Wynik obliczeń wykorzystywany jest do określenia numeru wiersza, do którego mają być wprowadzone nowe dane.
MyTop (A4)	=Last_Row-56	Obliczenia wymagają danych z 56 dni. Ta wartość wyznacza numer wiersza w arkuszu <i>Dane</i> , znajdującego się tuż nad pierwszym z wierszy wykorzystywanych w obliczeniach. W ten sposób formuła wykorzystująca tę wartość może zostać wprowadzona do znajdujących się poniżej komórek przez przeciągnięcie. Opisywany parametr umożliwia kontrolowanie numerów wierszy zawierających dane przesyłane z arkusza <i>Dane</i> do obszaru roboczego.
DayofWeek (A6)	=DZIEŃ.TYG(C56)	W arkuszu <i>ObszarRoboczy</i> daty skopiowane z arkusza <i>Dane</i> umieszczone są w kolumnie C. Ponieważ wykorzystujemy dane z 56 dni, ostatni wprowadzony dzień znajdował się będzie w komórce C56. Formuła zwraca dzień tygodnia odpowiadający ostatniemu wpisowi. Aplikacja wyświetla prognozy na bieżący i następny tydzień. W tym celu konieczne jest zlokalizowanie wiersza zawierającego dane z pierwszego dnia roboczego tygodnia. Wynik opisywanej formuły jest wykorzystywany w przeprowadzanych w tym celu obliczeniach oraz podczas prezentowania informacji.
Tomorrow (A8)	=DZIEŃ.TYG(C57)	Ponieważ ostatni wprowadzony dzień znajduje się w komórce C56, następny będzie wprowadzony do komórki C57. Jej wynik posłuży do obliczenia pierwszego dnia bieżącego tygodnia.
StartofWeek (A11)	=57-((Tomorrow-FirstWorkDay))	Formuła określa wiersz obszaru roboczego odpowiadający początkowi bieżącego tygodnia. Wynik jej działania wykorzystywany jest w obliczeniach bazujących na danych w ujęciu tygodniowym.
FirstWorkDay (A13)	{=MIN(DZIEŃ.TYG(C49:C56))}	W omawianym przykładzie tydzień roboczy rozpoczyna się w poniedziałek. Teoretycznie jednak może się on rozpoczynać dowolnego dnia. Aplikacja wykorzystuje minimalną wartość funkcji <i>DZIEŃ.TYG</i> z ośmiu dni celem określenia pierwszego dnia roboczego w tygodniu. Wynik jest również wykorzystywany podczas określania początku bieżącego tygodnia.
Interval (A17)	{=UFNOŚĆ(1-Confidence_Level;ODCH.STANDARDOWE(G37:G56-D37:D56);20)}	Tu definiowany jest przedział ufności dla dopasowanej prognozy. Wykorzystywana jest formuła tablicowa. Kolumna G zawiera dopasowane prognozy, a kolumna D — wartości rzeczywiste. Rozmiar próby wynosi 20. <i>Confidence_Level</i> to zmienna określana w arkuszu <i>Ustawienia</i> (<i>Poziom ufności</i>). <i>Interval</i> to element wykorzystywany podczas wyświetlania danych.

Tabela 3.3. Opisy wartości wykorzystywanych w obszarze roboczym (ciąg dalszy)

Nazwa wartości	Formuła	Opis
CurrentHour (A22)	{=JEŻELI(SUMA(T48:T58) <1;0;MAX((T48:T58>0) *WIERSZ(T48:T58)))}	Po wpisaniu wartości rzeczywistych dla poszczególnych godzin są one łączone z kolumną <i>T</i> w obszarze roboczym. Aplikacja wykorzystuje je podczas dopasowywania prognozy w trakcie dnia. Opisywana zmienna pomaga śledzić kolejne wpisy, określając ostatnią godzinę, dla której wpisano wartość rzeczywistą.
CurrentRatio (A24)	=JEŻELI(CurrentHour=0;1 ;ADR.POŚR("u"&A22)/ ADR.POŚR("v"&A22))	Ta formuła porównuje wartość oczekiwaną z wartością rzeczywistą danego dnia (zmierzoną do aktualnej godziny). Określa, czy badany parametr jest (jak dotąd) wysoki, czy niski i jak bardzo odchyła się od normy. Wynik tych obliczeń wykorzystywany jest podczas dopasowywania prognoz na kolejne godziny.
Prediction (I9)	=ZAKR.DO.CAŁK((SUMA(I1:I8)-(MAX(I1:I8) +MIN(I1:I8)))/6)	W tej komórce obliczana jest prognoza tygodniowa — filtrowana średnia. Oparta jest na obliczeniach przeprowadzanych w znajdującym się powyżej obszarze (I1:I8), zawierającym wartości rzeczywiste dla aktualnego dnia tygodnia, zmierzone w ciągu ostatnich dwóch miesięcy. Obliczona wartość jest kopiowana do kolumny <i>D</i> arkusza <i>Dane</i> po wpisaniu nowych danych.
Anomaly (L43)	=JEŻELI(L42>=Anomaly_ Detection;1;0)	Tu wyznaczany jest znacznik anomalii dla bieżącej wartości rzeczywistej. Jest on wynikiem obliczeń przeprowadzanych w znajdującym się powyżej obszarze (L38:L42). Zmienna <i>Anomaly_Detection</i> ustalana jest przez użytkownika w arkuszu <i>Ustawienia</i> (<i>Wykrywalność anomalii</i>). Wynik działania formuły kopiowany jest do kolumny <i>A</i> w arkuszu <i>Dane</i> .
AdjustedPrediction (G57)	=JEŻELI(F56="";F57 *(1+(E56/F56))/2))	Formuła oblicza dopasowaną prognozę na dany dzień. Prognoza tygodniowa dla tego dnia (F57) mnożona jest przez połowę obliczonej dla poprzedniego dnia proporcji błędu. Wynik obliczeń kopiowany jest do kolumny <i>E</i> w arkuszu <i>Dane</i> .



Rysunek 3.12. Ten tydzień i Następny tydzień

ThisWeek (M3:Q9)

Ten obszar zawiera nazwy dni tygodnia, daty, prognozy tygodniowe, dopasowane prognozy oraz wartości rzeczywiste dla każdego dnia bieżącego tygodnia. Obszar w kolumnie *L* zawiera oznaczenia dni roboczych. Podstawowa formuła wykorzystywana w tabeli to: =JEŻELI(L3=1;ADR.POŚR("ObszarRoboczy!c" & StartofWeek + WIERSZ(A1)-1);""). Odniesienie do komórki tworzone jest za pomocą funkcji *ADR.POŚR*. Rozpoczyna się od wskazania kolumny *C* w arkuszu obszaru roboczego. Wykorzystuje zmienną *StartofWeek* oraz numer wiersza w celu zlokalizowania odpowiedniego rekordu. Formułę przeciągnięto do znajdujących się poniżej komórek. Dane pobierane są z kolumn *C*, *F*, *G* oraz *D*. Formuła w kolumnie *M*, =JEŻELI(L3=1;TEKST(DZIEŃ.TYG(N3);"dddd");""), określa nazwę dnia tygodnia. Funkcja *DZIEŃ.TYG* zwraca numer, a funkcja *TEKST* przekłada go na nazwę przypisanego mu dnia.

NextWeek (N15:Q21)

Ten obszar zawiera daty oraz prognozy na kolejny tydzień. Wykorzystywane są w nim te same techniki co w tabeli *ThisWeek*. Podstawowa formuła to =JEŻELI(L3=1;ADR.POŚR("ObszarRoboczy!c" & Lag + StartofWeek + WIERSZ(A1)-1);""). Różnica polega na tym, iż w tym przypadku do zmiennej *StartofWeek* dodawana jest zmienna *Lag*.

HourlyNextWeek (Z20:AG31)

Tu obliczane są prognozy na kolejne godziny dla całego tygodnia. Wynik obliczeń wyświetlany jest w arkuszu *Godziny*. Obliczenia wykonywane w komórkach po lewej stronie wykorzystują wartości zapisane w obszarze *HourlyDist* w arkuszu *Ustawienia*. Liczby z zakresu *S20:Y20* to tygodniowe prognozy dla każdego z 7 dni aktualnego tygodnia. W celu obliczenia prognozy na określoną godzinę prognoza na dany dzień jest mnożona przez wartości rozkładu dla poszczególnych godzin.

Rysunek 3.13 przedstawia tabelę *Godzinne prognozy — następny tydzień*, umieszczoną w obszarze roboczym. Komórki wypełnione szarym tłem to opisany wyżej zakres nazwany *HourlyNextWeek*.

										Godzinne prognozy - następny tydzień						
										Nd	Pon	Wt	Sr	Czw	Pt	Sob
0	16875	16171	13729		12542	10882	0			7:30	0	523	662	515	444	443
0	0,03102	0,04095	0,03755		0,035409417	0,04078	0			8:30	0	1219	1528	1113	951	908
0	0,07225	0,09449	0,08113		0,075830582	0,08345	0			9:30	0	1581	1810	1434	1284	1157
0	0,09372	0,11194	0,1045		0,102435978	0,10637	0			10:30	0	1811	2012	1676	1495	1335
0	0,10733	0,12447	0,1221		0,119255822	0,12276	0			11:30	0	1799	1884	1533	1440	1232
0	0,10662	0,11652	0,11173		0,11483894	0,11323	0			12:30	0	1779	1686	1488	1369	1209
0	0,10546	0,1043	0,10843		0,109232325	0,11111	0			13:30	0	2070	1820	1655	1528	1305
0	0,12272	0,11258	0,12061		0,121888106	0,11995	0			14:30	0	2182	1734	1516	1466	1188
0	0,12935	0,10727	0,11049		0,116935844	0,1092	0			15:30	0	1823	1500	1359	1236	1022
0	0,10809	0,09278	0,09901		0,09859909	0,09395	0			16:30	0	1358	1004	931	859	708
0	0,08051	0,06213	0,06786		0,06854347	0,06508	0			17:30	0	724	526	502	464	371
0	0,04294	0,03257	0,03657		0,037030427	0,03411	0									

Rysunek 3.13. Godzinne prognozy — następny tydzień

Hours (R48:S58)

W tym zakresie komórek podane są kolejne godziny i przypisane do nich prognozy. Całość działa na takiej samej zasadzie jak *HourlyNextWeek*, z tym że obliczenia ograniczone są do aktualnego dnia. Do przeprowadzenia tych obliczeń konieczne jest odszukanie właściwej kolumny w arkuszu *Ustawienia*. Wykorzystywana formuła brzmi =ADR.POŚR("Ustawienia! " & ADRES(WIERSZ(A2);DayofWeek+4)). Arkusz docelowy to *Ustawienia*, ale w obliczeniach uwzględniany jest zarówno wiersz, jak i kolumna. Zagnieżdżona w funkcji *ADR.POŚR* funkcja *ADRES* zapewnia elastyczność odczytywania danych z dowolnego wiersza lub

kolumny. Zmienna *DayOfWeek* zwiększana jest o 4, ponieważ rozkład dla kolejnych godzin zapisywany jest od piątej kolumny arkusza *Ustawienia*.

AdjustedHourly (W48:W58)

Ten obszar zawiera dopasowane prognozy na kolejne godziny aktualnego dnia. Wykorzystuje dane z obszaru *Hours* w celu utworzenia tabeli prognoz godzinnych w arkuszu *Prognoza*. Podane przez użytkownika wartości rzeczywiste wprowadzane są do kolumny *T*. Ogólna liczba połączeń danego dnia przedstawiana jest narastająco w kolumnie *U*, natomiast w kolumnie *V* ta sama operacja wykonywana jest dla wartości prognozowanych z kolumny *S*. Zmienna *CurrentRatio* (A24) to suma wprowadzonych wartości podzielona przez wartość oczekiwaną dla tego samego okresu. Dopasowanie prognoz dla kolejnych godzin uzyskiwane jest w wyniku mnożenia ich przez tę zmienną.

Rysunek 3.14 przedstawia część obszaru roboczego odpowiedzialną za obliczenia związane z prognozami na określone godziny.

Q	R	S	T	U	V	W
	Godziny					Dopasowanie - godziny
0,040785	7:30	663	550	550	663	639,6965347
0,083461	8:30	1357	1399	1949	2020	1309,303465
0,106373	9:30	1730	0	1949	3750	1669,193069
0,122759	10:30	1996	0	1949	5746	1925,843564
0,113231	11:30	1841	0	1949	7587	1776,291584
0,111107	12:30	1807	0	1949	9394	1743,488634
0,119947	13:30	1950	0	1949	11344	1881,460396
0,109205	14:30	1776	0	1949	13120	1713,576238
0,093951	15:30	1528	0	1949	14648	1474,293069
0,065082	16:30	1058	0	1949	15706	1020,812871
0,034109	17:30	554	0	1949	16260	534,5277228

Rysunek 3.14. Godziny (zakres *Hours*) i Dopasowanie (zakres *AdjustedHourly*)

Weekly (H60:H63)

Formuły w komórkach tego zakresu obliczają średni błąd prognozy tygodniowej oraz procent błędów w ciągu ostatnich 20 dni. Wyznaczona jest tu również średnia dzienna ilość telefonów za ten sam okres.

NextDay (H67:H75)

Obszar ten zawiera sumaryczne informacje na temat aktualnego dnia: dopasowaną prognozę, przedział ufności, prawdopodobieństwo anomalii oraz ostatnią dopasowaną prognozę opartą na wartościach rzeczywistych z poszczególnych godzin.

Adjusted (J60:J61)

Tu obliczany jest średni błąd dla ostatnich 20 dni, a także procentowa wartość błędów dla prognozy dopasowanej.

Omawiane elementy obszaru roboczego przedstawione są na rysunku 3.15.

Inne ważne łącza w obszarze roboczym

(C37:D56) & (F37:G56)

Podane zakresy zawierają dane wykorzystywane przez wykres dokładności i pochodzą z arkusza *Dane*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
34		0	1998-07-01	13 049	13 049									
35		0	1998-07-02	11 006	11 006									
36		1	1998-07-03	3 235	10 733									
37		0	1998-07-06	16 628	16 628	17 053	16 582							
38		0	1998-07-07	16 569	16 569	16 102	15 901							
39		0	1998-07-08	13 771	13 771	14 311	14 519							
40		0	1998-07-09	12 445	12 445	13 157	12 909							
41		0	1998-07-10	10 931	10 931	11 285	10 980							
42		0	1998-07-13	18 033	18 033	16 982	16 716							
43		0	1998-07-14	16 579	16 579	15 009	16 504							
44		0	1998-07-15	13 830	13 830	14 112	14 363							
45		0	1998-07-16	12 822	12 822	12 880	12 751							
46		0	1998-07-17	10 773	10 773	11 151	11 126							
47		0	1998-07-20	17 077	17 077	18 881	16 595							
48		0	1998-07-21	16 474	16 471	15 907	15 999							
49		0	1998-07-22	14 192	14 192	13 823	14 068							
50		0	1998-07-23	12 533	12 533	12 732	12 902							
51		0	1998-07-24	10 824	10 824	11 152	11 065							
52		0	1998-07-27	17 056	17 056	16 722	16 476							
53		0	1998-07-28	16 052	16 052	16 138	16 299							
54		0	1998-07-29	13 407	13 407	13 823	13 786							
55		0	1998-07-30	12 415	12 415	12 637	12 447							
56		0	1998-07-31	10 238	10 238	11 036	10 939							
57		0	1998-08-03			16 875	16 265	Dopasowana prognoza						
58		0	1998-08-04			13 729								
59		0	1998-08-05			12 542		Tygodniowo						
60		0	1998-08-06			10 882		417,46						
61		0	1998-08-07					3,0%						
62		0	1998-08-10											
63		0	1998-08-11					14 132						
64		0	1998-08-12											
65		0	1998-08-13											
66		0	1998-08-14											
67		0	1998-08-17											
68		0	1998-08-18											
69														
70														
71														
72														
73														
74														
75														
76														
77														

Rysunek 3.15. Zakresy komórek i łącz w obszarze roboczym

(T48:T58)

Obszar ten połączony jest z komórkami H7:H17 w arkuszu *Prognoza*. Tutaj użytkownik wpisuje wartości rzeczywiste dla określonych godzin. Na podstawie tych danych przeprowadzane są obliczenia dopasowujące prognozy dla kolejnych godzin.

Tworzenie łącz do danych

Wiemy już, jaka jest funkcja obszaru roboczego. Teraz należy opracować odpowiednie formuły do obsługi danych. W pierwszej kolejności musimy połączyć z obszarem roboczym informacje z arkusza *Dane*. Aby umożliwić obsługę wszystkich możliwych długości cyklu oraz dni tygodnia, wykorzystamy funkcję *ADR.POŚR*. W obliczeniach wykorzystywane są informacje z ostatnich 2 miesięcy, a w każdym tygodniu może być maksymalnie 7 dni roboczych, tak więc minimalna ilość danych obejmować musi 56 dni.

Znajdująca się w obszarze roboczym komórka o nazwie *Last Row* zawiera numer wiersza, w którym zawarte są ostatnie wykorzystywane dane z arkusza *Dane*. Aplikacja powinna pobierać je, zaczynając od wpisu znajdującego się 55 wierszy powyżej ostatniego. Zmienna *MyTop* w obszarze roboczym przechowuje numer wiersza, poniżej którego zaczyna się zakres danych do pobrania. Początek zakresu pobranych danych w arkuszu *ObszarRoboczy* znajduje się w komórce *B1*. Wykorzystywana formuła to $\text{=ADR.POŚR}(\text{"Dane!a"} \ \& \ \text{MyTop} + \text{WIERSZ(A1)})$. Odwołuje się ona do kolumny *A* w arkuszu *Dane*. Zmienna *MyTop* wskazuje komórkę umieszczoną tuż nad pierwszą komórką zakresu wykorzystywanych danych, dzięki temu formułę można kopiować do komórek znajdujących się poniżej. Do wspomnianej zmiennej dodawany jest wynik działania funkcji *WIERSZ(A1)*. Dla argumentu *A1* wynosi on 1, jednak w miarę

kopiowania formuły do kolejnych komórek argument zmienia się na A2, A3 itd., co sprawia, że dla każdej wartości wyznaczany jest właściwy wiersz. Tak samo wykonywane są obliczenia w kolumnach C i D. Wszystkie opisywane kolumny wypełniane są do wiersza 56.

Kolumna E odpowiada za anomalie. Jeśli w kolumnie B znajduje się znacznik anomalii, wartość rzeczywista na dany dzień jest ignorowana, a zamiast niej w obliczeniach wykorzystywana jest wartość sprzed tygodnia. Formuła brzmi =JEŻELI(B1=0;D1;ADR.POŚR("Dane!c" & (MyTop + WIERSZ(A1)-Lag))). Jest ona również kopiowana aż do wiersza 56. Obliczona wartość wykorzystywana jest podczas tworzenia prognozy.

Prognozy z ostatnich 20 dni wykorzystywane są w kilku obliczeniach oraz podczas tworzenia wykresu, należy je zatem umieścić w obszarze roboczym. Prognozy tygodniowe znajdują się w zakresie F37:F63, a ich dopasowane odpowiedniki — w zakresie G37:G57. W komórkach tych zastosowane zostały te same formuły co w kolumnach B, C oraz D, odwołują się one jednak do innej kolumny w arkuszu Dane. Prognozy tygodniowe w kolumnie F ciągną się do wiersza 63, ponieważ przewidujemy wartości badanego parametru na tydzień naprzód.

Opisane formuły łączą obszar roboczy z arkuszem Dane. Po wprowadzeniu nowych do tego arkusza nowych informacji obszar roboczy zostaje automatycznie uaktualniony i wszystkie obliczone wartości są gotowe do wykorzystania.

Visual Basic

Nasza aplikacja wykorzystuje język Visual Basic dla Aplikacji (VBA — ang. *Visual Basic for Applications*). To narzędzie o ogromnym potencjale, które często bywa nadużywane. Generalnie rzecz biorąc, najlepiej wykonywać jak największą część pracy, używając skoroszytów, a VBA wykorzystywać wyłącznie w przypadkach wykraczających poza możliwości Excela. Kod zawarty w module *Module1* (domyślna nazwa modułu przypisywanego arkuszowi) wyświetlić można za pomocą edytora Visual Basic. Aby go otworzyć, należy wybrać polecenie *Edytor Visual Basic* z menu *Narzędzia/Makro* lub nacisnąć skrót klawiszowy *Alt+F11*.

VBA nie jest niezbędny do działania aplikacji. Najbardziej złożona z wykonywanych przez niego operacji to dodanie danych dla kolejnego dnia, a to można zrobić także ręcznie, otwierając arkusz Dane i wpisując wartości w odpowiednim miejscu. W omawianym przykładzie Visual Basic wykorzystany został do realizacji trzech zadań.

Po pierwsze do obsługi przycisków pozwalających na nawigację między arkuszami. Przenoszą one użytkownika do wybranych arkuszy i ustawiają widok w ich lewym górnym rogu. Działają one na takiej samej zasadzie jak zakładki arkusza, ale dają większą elastyczność w zakresie zabezpieczania aplikacji oraz zwiększają jej wewnętrzną spójność. Fragment kodu odpowiedzialny za nawigację wygląda następująco:

```
Sub AccuracyChart()  
  
    '*****  
    'Nawigacja  
    'To makro przenosi użytkownika do  
    'arkusza Wykres i zaznacza  
    'komórkę A1  
    '*****  
  
    Sheets("Wykres").Select  
    Range("A1").Select  
End Sub
```

Powyższy kod wykonuje tylko dwie operacje: otwiera wskazany arkusz i zaznacza komórkę A1.

Następną funkcją makra jest dodawanie danych dla kolejnego dnia do arkusza *Dane*. Łatwo można zmodyfikować kod tak, aby aplikacja pobierała je z bazy danych SQL. Zmienną *NewActual* można przypisać wartość za pomocą dowolnej metody. Całość wygląda, być może, bardzo zawile, ale w rzeczywistości wykonywane operacje sprowadzają się wyłącznie do przenoszenia danych. Wszystkie obliczenia wykonywane są w Excelu.

```
Sub AddDay()  
  
    '*****  
    ' To makro pozwala użytkownikowi  
    ' wpisać wartości rzeczywiste dla kolejnego dnia  
    ' Wpis zostaje sprawdzony i jeśli  
    ' jest poprawny nowe dane zostają wpisane  
    ' do arkusza Dane  
    '*****  
  
    Dim myItem As String  
    Dim myDate As Date  
    Dim NewActual As Variant  
    Dim NextRow As Integer  
    Dim Anomaly As Double  
    Dim Prediction As Integer  
    Dim AdjustedPrediction As Integer  
    Dim TheLag As Integer  
  
    myItem = Range("Item").Value ' Odczytanie elementu z arkusza Ustawienia  
    myDate = Range("ObszarRoboczy!c57").Value ' Pobranie następnej daty  
  
    ' Użytkownik wprowadza kolejną wartość rzeczywistą za pomocą okna dialogowego  
    NewActual = InputBox("Podaj " & LCase(myItem) & _  
        " w dniu " & myDate & ".", "Wpisywanie wartości rzeczywistej", 0)  
  
    If NewActual = "0" Or NewActual = "" Then Exit Sub ' Jeśli użytkownik zrezygnuje lub  
        ' nie wprowadzi danych  
  
    If Not IsNumeric(NewActual) Then ' Czy wprowadzona wartość to liczba?  
        MsgBox ("Należy podać wartość liczbową.") ' Jeśli nie, wyświetlony zostaje komunikat  
        Exit Sub ' i operacja zostaje przerwana  
    End If  
  
    If Val(NewActual) < 0 Then ' Czy wartość jest mniejsza od 0?  
        MsgBox ("Wartość nie może być ujemna.")  
        Exit Sub  
    End If  
  
    If CDbl(NewActual) <> Int(CDbl(NewActual)) Then ' Czy wartość jest całkowita?  
        MsgBox ("Wartość musi być całkowita.")  
        Exit Sub  
    End If  
  
    NextRow = Range("Last_row").Value + 1 ' Określanie numeru kolejnego wiersza  
        ' w arkuszu Dane  
  
    Range("Dane!b" & NextRow).Value = myDate ' nowa data jest umieszczana w arkuszu  
  
    Range("Dane!c" & NextRow).Value = NewActual ' nowa wartość rzeczywista  
        ' jest umieszczana w arkuszu  
  
    TheLag = Range("Lag").Value ' z arkusza Ustawienia pobrana zostaje długość cyklu
```

```

Prediction = Range("Preditction").Value 'Prognoza zostaje zaktualizowana po
                                         'wprowadzeniu nowych danych do arkusza Dane

Anomaly = Range("Anomaly").Value 'Dane dotyczące anomalii również zostają zaktualizowane

'Dane dotyczące anomalii umieszczane są w arkuszu Dane,
'ponieważ wykorzystywane są podczas obliczania
'dopasowanej prognozy
Range("Dane!a" & NextRow).Value = Anomaly

AdjustedPrediction = Range("AdjustedPrediction").Value 'pobranie wartości dopasowanej prognozy

'tygodniowa prognoza umieszczana jest o jedną długość cyklu poniżej aktualnego dnia
Range("Dane!d" & NextRow + TheLag).Value = Prediction

'dopasowana prognoza umieszczana jest w kolejnym wierszu
Range("Dane!e" & NextRow + 1).Value = AdjustedPrediction

'czyszczenie obszaru zawierającego godzinne wartości rzeczywiste
Range("h7:h17").ClearContents

Range("a1").Select 'Zaznaczenie komórki A1

End Sub

```

Ostatnie makro pozwala użytkownikowi usunąć dane dotyczące ostatniego dnia. Umożliwia to edycję danych zawartych w arkuszu. Przedstawione poniżej makro odnajduje komórki zajęte podczas ostatniej operacji wprowadzania danych, zaznacza je i czyści ich zawartość.

```

Sub DeleteDay()

'*****
'To makro usuwa dane o ostatnim dniu.
'Wystarczy w tym celu usunąć odpowiednie wpisy
'w arkuszu Dane
'*****

Dim LastRow As Integer
Dim TheLag As Integer

LastRow = Range("Last_Row").Value 'Najpierw należy zlokalizować
                                   'ostatni wiersz. Jego numer
                                   'zawarty jest w osobnej komórce
                                   'w arkuszu ObszarRoboczy
                                   'Ta deklaracja przechowuje numer
                                   'ostatniego wiersza w zmiennej
                                   'o nazwie LastRow

Sheets("dane").Select 'Wszystkie dane, które należy skasować, znajdują się
                      'w arkuszu Dane. Zaczniemy więc od zaznaczenia
                      'tego arkusza

'Dane znajdują się w kolumnach A-E. Musimy jedynie zaznaczyć
'odpowiednie komórki i skasować ich zawartość.

'W przypadku kolumn A, B i C dane,
'które mają zostać skasowane, zawarte są
'w wierszu o numerze przechowywanym w zmiennej LastRow.
'Możemy więc zaznaczyć wszystkie trzy komórki naraz
'i usunąć jednocześnie ich zawartość.
'Na przykład, jeśli zmienna LastRow ma wartość
'75, to funkcja uruchomiona zostanie z parametrem
'Dane!a75:c75

```

```

Range("Dane!a" & LastRow & ":c" & LastRow).ClearContents

TheLag = Range("Lag")      ' Aby określić wiersz zawierający ostatnią
                            ' prognozę tygodniową, musimy znać długość
                            ' cyklu. Wartość ta jest umieszczona w odpowiednio
                            ' nazwanej komórce w arkuszu Ustawienia

' Ta sekcja usuwa ostatnią prognozę tygodniową.
' Znajduje się ona o jedną długość cyklu
' poniżej LastRow.

Range("Dane!d" & LastRow + TheLag).ClearContents

' Ostatnia dopasowana prognoza znajduje się tuż pod
' wierszem o numerze zapisanym w zmiennej LastRow

Range("Dane!e" & LastRow + 1).ClearContents

Sheets("Prognoza").Select      ' Powrót do arkusza Prognoza

Range("h7:h17").ClearContents  ' Czyszczenie obszaru zawierającego wartości
                                ' rzeczywiste dla poszczególnych godzin

Range("a1").Select

End Sub

```

Obszar pracy i odpowiednie makra są gotowe. Czas przejść do tworzenia interfejsu użytkownika.

Formatowanie

Formatowanie w omawianej aplikacji opiera się głównie na wykorzystaniu tła i obramowania. Jedynie w arkuszu *Prognoza* zastosowano formatowanie warunkowe. W zakresach G23:J28 oraz M23:N28 ilość wierszy zawierających dane zależna jest od ilości dni roboczych w tygodniu — z tego względu konieczne jest wykorzystanie formatowania warunkowego celem wyświetlania lub dodawania szarego tła do odpowiednich komórek — w zależności od tego czy są one wykorzystywane, czy nie.

Arkusz prezentujący prognozy na kolejne godziny przedstawiony jest na rysunku 3.16. Zastosowano w nim różne obramowania i desenie.

Być może formatowanie zastosowane w tym arkuszu jest nieco przesadzone, spełnia jednak swoją funkcję i pomaga użytkownikowi odnaleźć poszukiwane informacje.

Uruchamianie aplikacji

Aplikacja napisana została w Excelu 2002 i nie wykorzystuje dodatkowego oprogramowania. Po otwarciu jej w Excelu 95 mogą wystąpić pewne problemy w zakresie formatowania, jednak wszystkie obliczenia wykonywane są poprawnie.

Na początek otwieramy aplikację i wybieramy zakładkę *Prognoza*. W znajdującym się po lewej stronie obszarze *Kolejny dzień* wartość w polu *Prognoza* wynosi 11 072. Jest to dopasowana prognoza na aktualny dzień. Prognozy na pierwsze 3 godziny wynoszą 392, 839 oraz 1134.

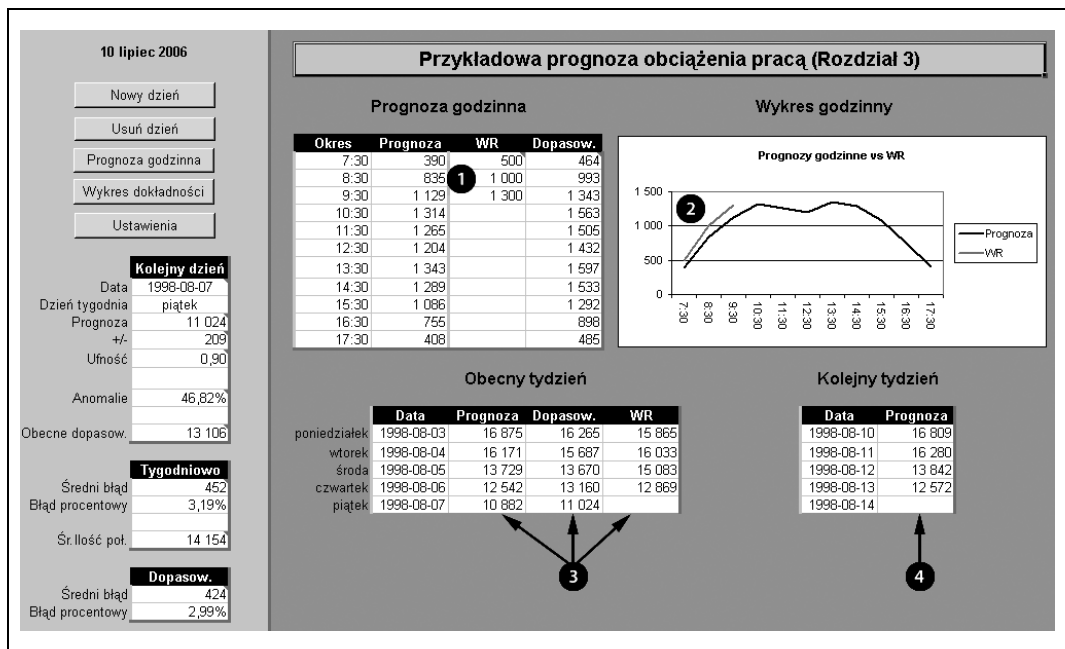
Godzinne prognozy dla tygodnia rozpoczynającego się od dnia: poniedziałek 08/03/1998							
	Nd	Pon	Wt	Śr	Czw	Pt	Sob
7:30		523	662	515	444	443	
8:30		1 219	1 528	1 113	951	908	
9:30		1 581	1 810	1 434	1 284	1 157	
10:30		1 811	2 012	1 676	1 495	1 335	
11:30		1 799	1 884	1 533	1 440	1 232	
12:30		1 779	1 686	1 488	1 369	1 209	
13:30		2 070	1 820	1 655	1 528	1 305	
14:30		2 182	1 734	1 516	1 466	1 188	
15:30		1 823	1 500	1 359	1 236	1 022	
16:30		1 358	1 004	931	859	708	
17:30		724	526	502	464	371	

Powrót

Rysunek 3.16. Arkusz Godziny

Załóżmy, że wartości rzeczywiste zanotowane w tych godzinach to 500, 1000 oraz 1300. Na rysunku 3.17 (element 1) wartości te zostały wprowadzone w odpowiednie pola. Znajdujący się obok wykres wskazuje teraz, iż wartości rzeczywiste są wyższe od prognozowanych (element 2). Jeśli w ciągu pierwszych 3 godzin zanotowano większą (w tym przypadku o mniej więcej 18%) od spodziewanej ilość połączeń, to można oczekiwać, iż tendencja ta utrzyma się do końca dnia. Wartość *Obecne dopasow.* wzrosła do 13 103. Zwiększone zostały również prognozy na kolejne godziny w obszarze *Prognoza godzinna*.

Całość przedstawiona została na rysunku 3.17.



Rysunek 3.17. Wykorzystywanie arkusza Prognoza

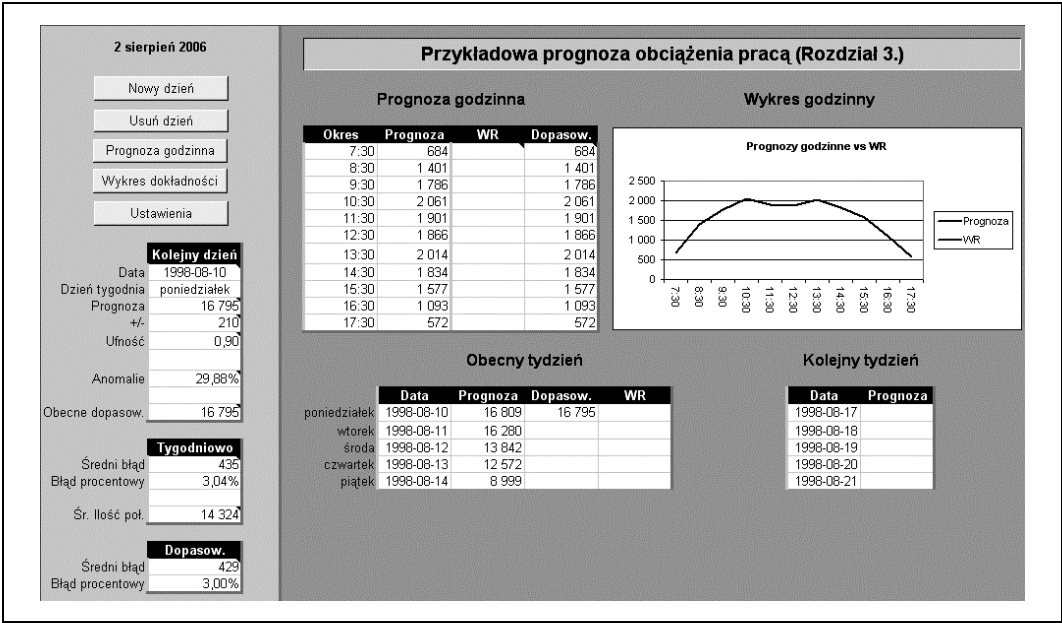
Aktualny dzień to piątek 1998-08-07. Data ta widnieje w obszarze *Kolejny dzień*, znajdującym się po lewej stronie. W tabeli *Obecny tydzień* wyświetlone są pełne dane dla aktualnego tygodnia. Element 3 wskazuje dane dla obecnego dnia. Komórki w kolumnach *Prognoza* i *Dopasow.* wypełnione są wartościami prognozowanymi. Komórka w kolumnie *WR* jest pusta, ponieważ dzień jeszcze się nie zakończył. Prognoza na przyszły tydzień (element 4) nie została na razie obliczona, ponieważ nie mamy jeszcze niezbędnych do jej obliczenia danych z obecnego dnia.

Klikając przycisk *Prognoza godzinna*, obejrzeć możemy prognozy na kolejne godziny dla obecnego tygodnia. Przycisk *Wykres dokładności* wyświetla wykres wartości przewidywanych na kolejny tydzień, ich dopasowanych odpowiedników oraz wartości rzeczywistych z ostatnich 20 dni.

Przykładowe dane kończą się na dniu 1998-08-06. Wartości na kolejne dni następnego tygodnia wynoszą:

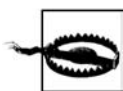
10 864
14 711
14 997
13 255
11 972

Klikamy przycisk *Nowy dzień* i wpisujemy wartość 10 864. Wyświetlane dane zostaną automatycznie zaktualizowane. Całość widoczna jest na rysunku 3.18.



Rysunek 3.18. Kolejny dzień

Aktualny dzień roboczy to poniedziałek 1998-08-10, w związku z czym wszystkie obszary arkusza ustawione zostały na początek nowego tygodnia. Przycisk *Usuń dzień* spowoduje usunięcie z aplikacji ostatnio wprowadzonych danych. Można go wykorzystać w celu skasowania niepoprawnej wartości lub powrotu do poprzedniego dnia.



Należy pamiętać, że omawiana aplikacja to tylko skoroszyt Excela. Wprowadzone dane należy zatem zapisywać tak samo jak w każdym innym arkuszu tego programu.

Dopasowywanie aplikacji do własnych potrzeb

W celu wykorzystania aplikacji do obróbki własnych danych, należy wyczyścić arkusz *Dane* i wkleić 56 rekordów zawierających określone daty oraz przypisane im wartości do kolumn B i C, poczynając od wiersza 2. W wierszu 1 umieszczone są nagłówki. Następnie w arkuszu *Ustawienia* wpisujemy odpowiednie dla naszych potrzeb wartości w polach *Nagłówek*, *Długość cyklu*, *Badana wartość*, *Poziom ufności* oraz *Wykrywalność anomalii*. Aby uzyskać ilość informacji niezbędnych do działania wszystkich narzędzi, konieczne jest wprowadzenie danych z jeszcze jednego pełnego cyklu. Można to zrobić, używając makra *AddDay* lub po prostu wpisać wartości bezpośrednio do arkusza *Dane*.

Aplikacja jest samowystarczalna i nie potrzebuje żadnego dodatkowego oprogramowania poza Excelem. W dalszej części książki zajmiemy się bardziej zaawansowanymi technikami prognozowania, które mogłyby zostać zastosowane w omawianym projekcie poprzez wprowadzenie odpowiednich zmian w obszarze roboczym. Ulepszeń dokonać można na wiele sposobów:

- Tworząc nowy arkusz i dodając nieco obliczeń w obszarze roboczym, uwzględnić można dane dotyczące zatrudnianego personelu. W arkuszu *Ustawienia* można następnie wprowadzać ilość jednostek pracy na dzień. Wartość ta zostałaby z kolei wykorzystana do obliczania wymaganej ilości pracowników.
- Makro *AddDay* można ulepszyć tak, aby aktualizowało zakres komórek *Rozkład na poszczególne godziny*, umieszczony w arkuszu *Ustawienia*. W ten sposób oczekiwany rozkład pracy na kolejne godziny byłby zawsze aktualny.
- Wykres dokładności mógłby zostać zastąpiony wykresem przestawnym, umożliwiającym bardziej precyzyjną analizę dokładności prognozowania.
- Ulepszyć można formatowanie arkusza *Prognoza*, a umieszczone w nim elementy zawierające informacje mogłyby zostać przemieszczone za pomocą poleceń *Wytnij* i *Wklej*. Zmiana samych elementów jest bardziej złożona i wymaga ingerencji w obliczenia przeprowadzane w obszarze roboczym.

Kluczem do skutecznego ulepszania aplikacji jest przestrzeganie ustalonych konwencji. Obliczenia powinny pozostać w obrębie obszaru roboczego, nowy rodzaj danych najlepiej umieścić w arkuszu *Dane*, a nowe parametry — w arkuszu *Ustawienia*. Wszystkie wykorzystywane w aplikacji elementy należy też odpowiednio nazwać.