

Problem roku 2000 – krytyczne daty

Bogdan PILAWSKI

Wielkopolski Bank Kredytowy S. A.
Biuro Projektu Rok 2000
ul. Kozia 10, 61-835 Poznań
e-mail: bogdan.pilawski@wbk.com.pl

Otrzymano 30 czerwca 1999 roku

Streszczenie. Problem roku 2000 jest zazwyczaj kojarzony tylko z przełomem lat 1999–2000. W artykule przedstawiono szereg innych dat, przyszłych i już minionych, które, w różnych okolicznościach, stanowiły bądź stanowią, podobne zagrożenie dla systemów informatycznych, jak samo przejście z 31 grudnia 1999 na 1 stycznia 2000. Daty te podzielono na grupy klasyfikacyjne. Wskazano na konieczność sporządzenia – dla potrzeb testów związanych z problemem roku 2000 – indywidualnej listy takich dat, charakterystycznych dla organizacji, której dotyczą.

Słowa kluczowe: problem roku 2000, daty krytyczne, testowanie, sprzęt komputerowy, systemy informatyczne, plany awaryjne

1. Wstęp

Drugie półrocze 1999 jest – z punktu widzenia problemu roku 2000 – okresem intensywnych, prowadzonych w wielu instytucjach, testów systemów informatycznych na zgodność z wymogami wynikającymi z problemu roku 2000. W każdej z nich konieczne jest zastosowanie indywidualnych kryteriów i metod, odpowiednich do zakresu działania używanych tam systemów. We wszystkich z nich wystąpią daty, określane mianem krytycznych, które trzeba w takich testach uwzględnić. Bez tego byłyby one niepełne, a ich wyniki nie mogłyby być podstawą do przekonania o właściwym przygotowaniu danego systemu do pracy po roku 1999.

Poprawne wyznaczenie dat krytycznych w związku z problemem roku 2000 jest podstawą sukcesu tak prac dostosowawczych, jak i następujących po nich testów. Nie można jednoznacznie sporządzić jednego uniwersalnego zestawienia takich dat, gdyż poza kilkoma, zależą one od wielu czynników i nie wszystkie odnoszą się do każdej sytuacji. Ta sama data może być np. krytyczna dla banku działającego w Kanadzie, a nie mieć żadnego znaczenia dla przedsiębiorstwa handlowego w Japonii i na odwrót. Jednak data taka może mieć znaczenie np. dla przedsiębiorstwa polskiego, które współpracuje z tym bankiem kanadyjskim. Nie sposób jednocześnie nie uwzględnić dat z innych niż rok 2000 lat, które również mogą – w pewnych okolicznościach – okazać się krytyczne.

Poniższy tekst jest próbą przeglądu takich dat, które – z różnych punktów widzenia i w różnych okolicznościach – mogą się okazać krytyczne dla działania systemu, w którym

występują. Przegląd ten z pewnością nie wyczerpuje wszystkich możliwości w tym zakresie, ale może być podstawą do analizy i sporządzenia własnego, charakterystycznego dla danej organizacji, zestawienia dat krytycznych, które trzeba uwzględnić w związanych z problemem roku 2000 testach systemów informatycznych¹⁾.

Opracowanie niniejsze dotyczy sprzętu i oprogramowania komputerowego stosowanego w szeroko rozumianym tzw. przetwarzaniu danych. Zawarte w nim opisy metod i listy dat krytycznych nie obejmują wszystkich aspektów stosowania sterujących układów elektronicznych, określanych mianem „embedded chips”. Szczegóły na ich temat zawiera m. in. praca [9].

2. Data krytyczna

W powszechnej świadomości problem roku 2000 kojarzony jest z przełomem lat 1999–2000 i – już rzadziej – z faktem, że rok 2000 jest rokiem przestępnym. Oba te punkty kalendarzowe należą do tzw. dat krytycznych związanych z tym problemem, nie są to jednak jedyne takie daty (zob. np. [12, str. 60–61]).

Data krytyczna to taka data, z którą wiąże się większe niż przeciętne prawdopodobieństwo nieoczekiwanego, niepoprawnego działania sprzętu lub oprogramowania informatycznego²⁾. Może to dotyczyć:

- działania w określonym dniu, niektórych dniach lub w pewnym okresie,
- przetwarzania i korzystania z danych, w których występują określone daty.

W pierwszym przypadku dany sprzęt lub system jest niezdolny do poprawnego działania lub do działania w ogóle w określonych dniach. Przykładowo – przypadek ten obejmuje te komputery osobiste, które w ogóle nie potrafią dokonać przejścia na daty z roku 2000 i lat późniejszych lub nie rozpoznają dnia 29 lutego 2000.

W drugim przypadku sprzęt lub system informatyczny działa niepoprawnie lub w ogóle przestaje działać wtedy, gdy w przetwarzanych przezeń danych pojawiają się określone daty. Przykładowo – system taki może działać prawidłowo w odniesieniu do pewnego zakresu dat, odrzucając dane z datami spoza niego i zapisując je np. do specjalnego rejestru błędów. Przypadek taki wykryto w roku 1998 w jednym z banków. Polegał on na tym, że jeden z programów (operujący wyłącznie na datach z czterocyfrowym rokiem, a więc – jak zapewniał jego dostawca – wolny od problemu roku 2000) odrzucał i rejestrował jako błędne transakcje, w dacie których występował rok inny niż zaczynający się od cyfr „19”. Oznaczało to, że dla tego programu krytyczne były wszystkie daty z roku 2000 i lat po nim następujących.

Mimo że takie daty krytyczne mają bezpośredni związek z przygotowaniem systemów informatycznych do niezakłóconego i poprawnego działania po roku 1999, to w wielu przy-

¹⁾ Pełne zestawienie dat krytycznych – o ile w ogóle można je sporządzić – obejmowałyby zapewne wszystkie dni roku, a niektóre z nich po kilka razy.

²⁾ Do tej kategorii należy również zaniechanie spodziewanego działania.

padkach skutki związane z takimi datami mogą wystąpić znacznie wcześniej, niż same te daty. Szczególnie często występuje to w systemach bankowych i finansowych, gdzie w momencie rejestrowania transakcji, operacji lub zdarzenia, jednocześnie wprowadza się związaną z tym datę z przyszłości.

Przykładowo – założenie rocznej lokaty w banku powoduje zarejestrowanie daty wybiegającej o rok w przyszłość, oznaczającej termin, do którego lokata ta winna pozostawać do dyspozycji banku, aby spełnione były warunki, na jakich ją przyjęto. Podobna zależność występuje w przypadku kredytów. Odnosząc to do problemu roku 2000 – konieczność rejestrowania dat wychodzących poza rok 1999 w wielu przypadkach następuje na długo przed nadejściem roku 2000. Dla systemu informatycznego, który ma w tym uczestniczyć, oznacza to, że winien on być wystarczająco wcześniej do takich działań przygotowany. W przeciwnym przypadku niekorzystne skutki problemu roku 2000 mogą pojawić się już dużo wcześniej, utrudniając lub uniemożliwiając wykonanie konkretnej transakcji lub operacji.

O wystąpieniu podobnej sytuacji w praktyce pisano już w roku 1996 [7], przytaczając przykład amerykańskiej firmy przewozowej, gdzie w datach ważności praw jazdy rok, który wybiegał poza 1999, wprowadzano do systemu informatycznego jako „99”, gdyż system nie akceptował lat innych niż wyrażone dwoma cyframi, a także zaczynających się od zera.

Możliwe jest również nagle zaistnienie daty krytycznej lub ciągu takich dat w wyniku podjęcia decyzji o wprowadzeniu usługi, akcji promocyjnej lub marketingowej, która obejmuje okres zachodzący na rok 2000. W przypadku bankowości może to być np. kredyt lub lokata o takim okresie trwania, którego koniec przypadnie po roku 1999. W handlu może to być prowadzona przez pewien okres akcja promocyjna towaru, wyprzedaż itp. Decyzja taka, nie poprzedzona odpowiednim przygotowaniem systemu informatycznego, może spowodować natychmiastowe wystąpienie błędów w jego działaniu, będących skutkiem problemu roku 2000, które pojawiły się jeszcze przed nadejściem samego tego roku.

Daty krytyczne mogą również być wynikiem stosowania w bankowości tzw. aktywnego kalendarza usług. Jego istota¹⁾ sprowadza się do umieszczenia w bazie danych, wraz z danymi klienta banku, terminów działań – jednorazowych lub okresowych – które należy w jego imieniu wykonać. W takim przypadku system informatyczny automatycznie informuje personel banku o działaniach do wykonania w danym dniu. Stosowanie takiego rozwiązania, nie poprzedzone odpowiednimi przygotowaniem i próbami, może oznaczać, że w tym przypadku każda potencjalna przyszła data okaże się krytyczna.

Ten sam charakter i identyczne skutki może mieć występująca w systemie informatycznym funkcja z możliwością zadawania daty w postaci np. D-5 (pięć dni wstecz od daty Dzisiejszej) lub D+14 (za dwa tygodnie od daty Dzisiejszej). Możliwość taka jest obecnie pożądaną cechą bankowych systemów informatycznych [17, str.13]. Jej skutki w zakresie wyznaczania dat krytycznych są identyczne z przedstawionymi powyżej.

Znajomość dat krytycznych dla konkretnego sprzętu, oprogramowania i warunków danej organizacji jest ważna z kilku przyczyn:

¹⁾ Zob. również [17, str. 19].

- umożliwia właściwe przygotowanie i wykonanie testów, mających wykazać zdolność danego systemu do pracy w momentach pojawiania się tych dat krytycznych; nie znając wszystkich dat krytycznych dla danego środowiska sprzętowego i programowego oraz dla danego systemu informatycznego, nie można przygotować wyczerpujących i kompletnych danych dla testów, mających wykazać przygotowanie systemu do pracy w warunkach, kiedy takie daty nastąpią lub pojawią się pośród danych rzeczywistych; nie można także odpowiednio dostosować zbiorów i baz danych, z udziałem których testy te mają być wykonane,
- pozwala wyznaczyć terminy, przed upływem których dany system musi być przygotowany na obsługę dat uznanych za krytyczne (okres do takiej daty jest określany jako „horyzont czasowy błędu” [15, str. 2]); jeżeli, przykładowo, bank zamierzałby przyjmować lokaty pięcioletnie, to system informatyczny, za pomocą którego miałyby one być rejestrowane, musiałby już w pierwszym dniu roku 1995 być przygotowany, aby bez jakiegokolwiek zakłóceń w działaniu zarejestrować i obsłużyć datę z roku 2000; datą krytyczną dla takiego systemu byłby dzień 1 stycznia 1995; podobny horyzont czasowy można wyznaczyć wstecz – wyniknie on z przyjętego zakresu danych historycznych, których obsługi oczekuje się od danego systemu;
- pozwala przewidzieć, kiedy dany system nie będzie już mógł obsługiwać pewnych dat, w związku z czym trzeba go wcześniej poddać modyfikacji bądź zastąpić innym.

Przykładem tego jest pakiet programowy Microsoft Access w wersji 2.0, który nie jest i – według informacji firmy Microsoft – nie będzie przystosowany do pracy z datami z roku 2000 i lat późniejszych¹⁾. Wyznaczając w tym przypadku datę krytyczną, należy uwzględnić nie tylko dzień, w którym można oczekiwać konieczności zarejestrowania pierwszej daty wykraczającej poza obsługiwany zakres. Konieczna jest również ocena okresu potrzebnego na przejście na nowszą wersję tego samego pakietu programowego lub zastąpienie go innym. Długość tego okresu należy, z rezerwą dającą pewien margines bezpieczeństwa, odjąć od wcześniej ustalonej daty krytycznej, uzyskując w ten sposób nową, właściwą datę krytyczną. **Tak wyznaczona data jest krytyczna tylko w tej konkretnej sytuacji i nie może być automatycznie przenoszona na inne przypadki, nawet jeżeli dotyczą one korzystania z tej samej wersji tego samego oprogramowania.**

Dostępne źródła wymieniają różne liczby dat krytycznych. W miarę jak kolejne doświadczenia i publikacje dokładają nowe takie daty, ich lista, będąca pewnego rodzaju świadomością z tego zakresu, staje się coraz dłuższa, zmuszając niektóre organizacje nawet do dodatkowych testów i prób. Wiele z tych dat dotyczy wyłącznie wybranych usług i produktów oferowanych przez pojedyncze firmy i pochodzi z bardzo specyficznych doświadczeń. Ich publikowanie spełnia pożyteczną rolę, uzmysławiając zainteresowanym, że być może i gdzie indziej podobne (ale nie takie same) daty występują. W żadnym przypadku nie oznacza to jednak, że najdoskonalsza lista dat krytycznych, przydatna dla każdej

¹⁾ W czerwcu 1999 roku firma Microsoft ogłosiła, że polska odmiana pakietu Access 2.0 będzie jednak, z powodu nacisku użytkowników i wbrew wcześniejszym zapowiedziom, dostosowana do pracy po roku 1999. Wcześniej firma ta nakłaniała użytkowników do rozwiązania problemu poprzez nabycie nowszej wersji pakietu.

organizacji, będzie taką, która obejmie wszystkie możliwe takie daty, opublikowane w różnych źródłach.

Próbując usystematyzować daty, określane jako krytyczne w związku z problemem roku 2000, można je podzielić na:

- krytyczne w odniesieniu do sprzętu określonego rodzaju¹⁾,
- krytyczne dla konkretnego oprogramowania,
- krytyczne ze względu na oferowane usługi,
- krytyczne w niektórych państwach,
- krytyczne pod każdym z wymienionych względów.

Pewne daty mogą być zaliczone do kilku z wymienionych grup. Niektóre z takich krytycznych dat należą do przeszłości, gdyż już spowodowały problemy określonego rodzaju. Nie oznacza to jednak, że trudności te nie mogą się powtórzyć i wystąpić obecnie lub w przyszłości. Jest to możliwe przy przetwarzaniu tzw. danych historycznych lub dat zdarzeń z przeszłości²⁾, związanych z bieżącymi działaniami systemu informatycznego, który obejmuje takie daty (należą do nich np. daty: urodzenia, produkcji, zawarcia umowy, nabycia, sprzedaży, obowiązywania normy prawnej, zdarzenia wywołującego roszczenie ubezpieczeniowe itp.).

Inną grupą dat, które mogą być krytyczne w pewnych okolicznościach, są daty liczone w jakichś jednostkach czasu od pewnego umownego momentu. Krytyczność ich może wynikać z przyjętej (świadomie lub nie) procedury ich liczenia i pojemności miejsca przeznaczonego na ich zapisywanie. Jeżeli w takiej procedurze, w dowolnym jej miejscu, do przechowania liczby jednostek, na podstawie których wyznacza się datę, użyto np. licznika (zmiennej, rejestru itp.) złożonego z szesnastu bitów i zawierającego liczbę ze znakiem, to błąd, czyli stan krytyczny, może tam wystąpić po zwiększeniu o 1 lub więcej licznika zawierającego dwójkowe jedynki na piętnastu bitach liczonych od jego prawej strony. Podobne zjawisko może wystąpić, gdy licznik taki będzie miał inną liczbę bitów. Najczęściej występują liczniki 8-, 16-, 24- i 32-bitowe (będące wielokrotnościami 8-bitowych bajtów), zdarzają się jednak także przypadki liczników np. 10- lub 12-bitowych³⁾.

Kolejną grupę trudnych do wyznaczenia dat krytycznych stanowią daty występujące wyłącznie w aplikacjach, a związane z różnymi zależnościami lokalnymi (np. państwami lub ich regionami – do takich dat należą początki tzw. lat budżetowych, przypadające w roku 1999) lub też z konkretnymi usługami, o specyficznych właściwościach czasowych (np. bankowa lokata 100-dniowa, miesięczna promocja określonego towaru itp.).

Podobne zależności, charakterystyczne tylko dla niektórych systemów informatycznych, mogą wynikać w przemyśle i handlu. W przemyśle harmonogramy produkcji często two-

¹⁾ Wraz z systemami operacyjnymi, które w zakresie prowadzenia rachunku czasu są wyjątkowo ściśle powiązane z działaniem sprzętu.

²⁾ Przetwarzaniem i analizą wyłącznie danych historycznych zajmują się m. in. systemy zaliczane do tzw. hurtowni danych. Podstawy tych systemów opisano m. in. w [16].

³⁾ 10-bitowym licznikiem tygodni posługują się urządzenia systemu Global Positioning System (GPS). 12-bitowy licznik lat występował w komputerach PDP-8.

rzy się przyjmując za jednostki dni lub nawet tygodnie. W handlu zaś, w dniach, tygodniach i miesiącach liczy się okresy promocji, stosowania specjalnych warunków nabywania i kredytowania zakupów itp. Wszystkie te przypadki, mimo że same nie mają żadnego bezpośredniego związku z problemem roku 2000, mogą, w połączeniu z nim, być przyczyną negatywnych skutków.

Z powyższego wynika, że liczba dat krytycznych dla różnych aplikacji może być praktycznie bardzo duża. Świadomość tego jest istotna, gdyż błędy związane z takimi datami mogą pojawić się podczas prób i testów, a ich występowanie musi być w praktyce starannie oddzielane od przypadków rzeczywistych błędów wynikających z problemu roku 2000. W przeciwnym przypadku poszukiwanie błędów niesłusznie kojarzonych z tym problemem może być przyczyną zbędnych czynności i związanej z nimi straty czasu. W pewnych okolicznościach może to nawet spowodować wprowadzenie zbytecznych i niewłaściwych poprawek, które w istocie pogorszą sytuację¹⁾.

Błędne działanie systemów, spowodowane przez niektóre z dat krytycznych, może być trudne do wykrycia. Na przykład niezamierzone przedłużenie okresu stosowania niższych cen promocyjnych na wybrane towary, wynikłe z niewłaściwej obsługi daty przez system, może pozostać w ogóle nie zauważone. Skutkiem tego mogą być nie tylko zaniżone przychody, ale także naruszenie spójności działań marketingowych, które zazwyczaj obejmują jednocześnie złożone relacje między cenami i warunkami sprzedaży wielu towarów własnych, i podobnymi rozwiązaniami stosowanymi w tym samym czasie przez konkurencję. Badanie zmian w popycie i zachowaniach klientów, spowodowanych akcjami promocyjnymi, jest jedną z miar skuteczności prowadzonych zabiegów marketingowych. Wnioski z tego zakresu, oparte na błędnych danych, mogą spowodować podjęcie niewłaściwych decyzji i dalszych działań.

Najbardziej charakterystyczne daty krytyczne, uporządkowane według przyjętej tu klasyfikacji, zawarto w tabelach 1 – 6²⁾. Uwzględniono w nich daty nie wykraczające poza rok 2080³⁾, kiedy to obecny program Windows File Manager firmy Microsoft zacznie, w datach związanych ze zbiorami, podawać rok zmniejszony o 100. Różne źródła wymieniają również kilkadziesiąt dat krytycznych dotyczących stosowanych obecnie komputerów, systemów operacyjnych i programów, przypadających po roku 2080.

Liczne, znajdujące się w tabelach 1 – 6 przykłady dat krytycznych potwierdzają tezę, że nie znaleziono, jak dotąd, sposobu na dokładne i ciągłe prowadzenie kalendarzowego rachunku czasu przez komputery i systemy informatyczne. Z przykładów zawartych w tabelach wynika, że nadal trwają próby w tym zakresie, dając mierne na ogół efekty, gdy uwzględnić ich uniwersalność. Rachunek ten nadal nie jest dokładny i obejmuje – we wszystkich przypadkach – bardzo ograniczone zakresy czasu.

¹⁾ Typowym przykładem jest tu nadreakcja polegająca na tym, że poprawiony system w ogóle nie uwzględnia dat z rokiem zaczynającym się na 19 (np. posiadacze telefonów komórkowych w Irlandii otrzymali w marcu 1999 roku rachunki z datą, na której widniał rok 2099).

²⁾ Tabele są zamieszczone na końcu artykułu.

³⁾ Z wyjątkiem wskazania, że rok 2100 nie jest rokiem przestępnym.

Mimo masowej produkcji komputerów, nie dopracowano się jednego uniwersalnego układu elektronicznego, który mógłby być stosowany we wszystkich komputerach, zapewniając im jednoznaczny, precyzyjny, obejmujący długi okres (np. kilkaset lat) rachunek czasu. Można jednak założyć, że równie trudne, a może nawet trudniejsze niż opracowanie takiego układu, byłoby osiągnięcie porozumienia producentów w sprawie jego stosowania.

W świetle danych zgromadzonych w tabelach 1 – 6 oznacza to, że problem roku 2000 nie jest jedynym problemem z rachunkiem czasu w komputerach i systemach informatycznych, z jakim przyjdzie się nam zmagać. W problemy takie, o mniejszej jednak niż problem roku 2000 skali, obfitować będzie cały XXI wiek. Brak wiedzy o możliwości wystąpienia każdego z nich może spowodować, że będzie ono zaskakujące, a przez to bardziej dokuczliwe.

3. Daty krytyczne w odniesieniu do sprzętu

Przykłady sprzętowych uwarunkowań związanych z problemem roku 2000 (z uwzględnieniem systemów operacyjnych) zawarto w tabeli 1. Lista ta nie obejmuje wszystkich dat krytycznych mających związek ze sprzętem komputerowym i stosowanymi na nim systemami operacyjnymi, a jedynie ich przykłady. Mają one zwrócić uwagę na potencjalne zależności, jakie mogą wystąpić na sprzęcie w innych, niż przytoczone w tabeli, warunkach. Ich wykrycie i uwzględnienie w programie działań, wykonywanych w danej organizacji w związku z problemem roku 2000, wymaga wyobraźni, znajomości warunków lokalnych (w tym sprzętu i jego systemu operacyjnego), orientacji co do potencjalnych implikacji problemu, a także – podobnych przypadków. Z tego punktu widzenia nie tylko tabela 1, ale również pozostałe z nich (2 – 6) mogą być pomocą w analizie i ocenie zakresu ryzyka występującego w związku z tym w warunkach konkretnej organizacji.

Podczas wykonywania testów w związku z problemem roku 2000 otrzymuje się często zaskakujące wyniki, trudne do przewidzenia nawet w przypadku posiadania pewnej praktyki w pracy z tego zakresu. Dobrym przykładem takich rezultatów są niektóre przypadki zebrane przez Randalla Barta¹⁾ i opublikowane przez niego w liście dyskusyjnej *comp.soft-ware.year-2000*, dostępnej poprzez sieć Internet.

Pojawiają się wśród nich nie tylko, znane również z innych przykładów, daty z rokiem 100 (stanowiące wynik dodawania $99 + 1$). Można tam znaleźć również rok 19100, który należałoby odczytywać jako „tysiąc dziewięćset sto”, gdyż jest to również wynik dodawania $99 + 1 = 100$, jednak uzupełniony następnie o stałe dwie pierwsze cyfry roku „19”. Przejście z daty 31/12/99 na 1/1/100 stwierdzono również w firmie *AMS Group International* w USA podczas testów emulatora terminala typu IBM 3270, pracującego na komputerze osobistym z systemem operacyjnym Windows²⁾.

¹⁾ Adres poczty elektronicznej: Barticus@usa.spam.net.

²⁾ Wystąpienie tego błędu ujawnił 20 listopada 1998 roku David A. Smith, dyrektor techniczny tej firmy, w liście dyskusyjnej *year2000-discuss* prowadzonej przez Petera de Jagera.

Dokładna analiza przypadku z poz. 14 (komputery firmy UNISYS) wymaga przeprowadzenia obliczeń połączonych z zamianą liczb dziesiętnych na szesnastkowe, a tych na dwójkowe, oraz uwzględnienia reguł obsługi znaku w rejestrze daty w tych komputerach. Podobnie złożonych operacji wymaga, dla zrozumienia, wiele innych z przytoczonych w tabeli 1 przypadków. Rozumiejąc ich mechanizm działania łatwiej można go odnieść do sytuacji jaka występuje we własnej organizacji i podjąć odpowiednie działania sprawdzające oraz – ewentualnie – dostosowawcze.

Ważnym, wymagającym uwzględnienia czynnikiem, jest także unikanie działań, które mogą przypadkowo wprowadzić dodatkowe problemy, zamiast je rozwiązać. Przykładem tego jest prowadzenie eksperymentów w celu zbadania reakcji systemu na zmianę daty i uruchamianie w tym czasie jednej z aplikacji. Wiele z nich dokonuje nieodwracalnego samozniszczenia lub trwałego zablokowania zdolności do działania w przypadku, gdy data bieżąca systemu operacyjnego wykracza poza zapisaną w samej aplikacji datę upływu licencji na korzystanie z niej¹⁾.

4. Daty krytyczne dla oprogramowania

Wyznaczenie dat krytycznych w związku z problemem roku 2000 dla konkretnego systemu informatycznego (przykłady – zob. tabela 2) uchodzi za jedno z trudniejszych zadań z tego zakresu. Szczególne utrudnienie stanowią w tym przypadku tzw. gotowe pakiety programowe, w których nie można, w razie wątpliwości, sięgnąć do tzw. kodu źródłowego.

Mimo że daty krytyczne wyznacza się w celu wyczerpującego przetestowania danego systemu, często jednak znajomość tych dat jest niezbędna już podczas czynności przygotowujących dany system do działania w warunkach po roku 1999. Nie znając tych dat, nie można w wielu przypadkach ocenić, czy dany fragment programu ma związek z problemem czy nie i jakich ewentualnie modyfikacji wymaga [3, str. 42].

Jak wynika z danych zawartych w tabelach 2 i 5, datami krytycznymi mogą być również daty nie istniejące, takie jak np. 0000-00-00. Sprawdzenie, czy program odrzuca dane z takimi datami jest równie istotne, jak upewnienie się co do poprawności obsługi właściwych dat. Ma to znaczenie przy testowaniu współdziałania różnych systemów, szczególnie gdy jednym z nich jest system zewnętrzny, na którego dostosowanie ma się ograniczony wpływ. Jeżeli systemu takiego nie poddano właściwym działaniom dostosowawczym w związku z problemem roku 2000, można odeń oczekiwać danych, zawierających daty w każdej postaci, w tym również daty z nie istniejącymi numerami lat, miesięcy i dni.

Z tabeli 2 wynikają także pewne trwałe ograniczenia gotowych pakietów programowych, w których użytkownik nie może dokonać żadnych zmian we własnym zakresie. Nie mogąc zrezygnować ze stosowania takiego pakietu programowego, trzeba uwzględnić związane z nim ograniczenia i dostosować do nich własne, współpracujące z nim oprogramowanie.

¹⁾ Sytuacja taka występuje np. w oprogramowaniu sklepowych terminali płatniczych firmy Prime.

Trudno rozwiązywalny problem powstaje wtedy, gdy zachodzi konieczność zapewnienia współpracy dwóch, pochodzących z zewnątrz pakietów programowych, z których każdy w inny sposób traktuje problem roku 2000, a tym samym dotyczą go inne daty krytyczne.

5. Daty krytyczne ze względu na oferowane usługi

Wyznaczenie dat krytycznych mających związek z oferowanymi usługami (przykłady – zob. tabela 3) może być wykonane tylko w warunkach konkretnej organizacji. Wymaga to uwzględnienia wszystkich bieżących uwarunkowań: biznesowych i marketingowych, związanych zarówno z bieżąco oferowanymi usługami, jak i wynikających z zamierzeń w tym zakresie.

Stan bieżący jest tu oczywisty i wymaga jedynie staranności w analizie, natomiast największe znaczenie mają zamierzenia, plany i zmiany organizacyjne. Wszystkie te czynniki mogą pociągnąć za sobą skutki, które w sposób nagły i zupełnie niespodziewany spowodują powstanie kolejnego problemu związanego z rokiem 2000. Aby temu przeciwdziałać, podejmuje się dwa rodzaje środków:

- wprowadza się tzw. okres zamrożenia wdrażania zmian – obejmujący nie tylko zmiany w systemach informatycznych, ale wszelkie zmiany; celem takiej decyzji jest uniknięcie sytuacji opisanej wcześniej, kiedy to służby wprowadzające w danej organizacji zmianę (np. nową akcją promocyjną wybranego towaru), nie potrafią dostatecznie wnikliwie spojrzeć na jej skutki z punktu widzenia problemu roku 2000¹⁾;
- ustanawia się organ (najczęściej określany jako komisja lub komitet do spraw zmian w związku z problemem roku 2000), z udziałem przedstawicieli najwyższego kierownictwa organizacji, który ma wyłączność na podejmowanie decyzji o wprowadzaniu zmian.

Rozwiązanie takie służy skierowaniu strumienia wszystkich propozycji zmian w danej organizacji w jedno miejsce, którym jest wspomniana wyżej komisja, aby uwzględnić związane z tym ryzyko w kontekście problemu roku 2000. Jednocześnie mechanizm ten ma umożliwiać bezpieczne wprowadzanie zmian, bez których organizacja nie może funkcjonować, rozwijać się i konkurować na rynku. W przeciwnym przypadku niefortunna zmiana, której celem było polepszenie pozycji rynkowej, mogłaby – w skrajnym przypadku – spowodować wypadnięcie z rynku lub jego segmentu, na skutek wystąpienia nieprzewidzianych skutków problemu roku 2000.

Istotne jest tu również właściwe rozumienie terminu „wprowadzanie zmian”. Celem tego rozwiązania nie jest zahamowanie prac rozwojowych, a jedynie tymczasowe, trwające na ogół aż do marca roku 2000, powstrzymanie eksploatacyjnego wdrażania nowych lub zmienionych systemów. Nie oznacza to także, że zaniecha się wprowadzania zmian nie-

¹⁾ Umiejętność dostrzegania potencjalnych implikacji problemu roku 2000, szczególnie w sferze poza informatyką, wymaga pewnej praktyki w analizowaniu pod tym kątem przypadków, które zdają się nie mieć nic wspólnego z problemem. Najczęstszym przejawem powierzchownego spojrzenia jest badanie bezpośredniego związku sprawy z datą z pominięciem uzależnień pośrednich.

zbędnych dla utrzymania działania systemu w ogóle (np. ważne poprawki producenta do systemu operacyjnego).

Czas trwania okresu zamrożenia zmian jest różny w różnych organizacjach, jednak na ogół obejmuje on 9 miesięcy trwających od początku lipca 1999 do końca marca 2000. W okresie takim wyróżnia się jeszcze podokres ścisłego, pozostającego poza zakresem decyzji wspomnianej komisji¹⁾, zamrożenia zmian, obejmujący najbardziej krytyczne daty.

6. Daty krytyczne w niektórych państwach

Daty krytyczne w związku z problemem roku 2000 w różnych państwach, których przykłady zawiera tabela 4, przypadają głównie na ostatnie dni roku 1999 i pierwsze dni roku 2000. Mają one także związek z decyzjami politycznymi i latami budżetowymi. Te ostatnie, na co wskazuje szereg zależności zaliczanych do tzw. efektu Joe Anne (zob. [4] i [11]), mogą spowodować problemy już w roku 1999, w przypadku gdy lata budżetowe 1999–2000 nie pokrywają się ze swymi odpowiednikami kalendarzowymi.

Systemy informatyczne, dobrze radzące sobie z datami, w których rok przedstawiany jest dwoma cyframi, mogą zawieść, jeżeli przyjdzie im rejestrować i przetwarzać daty z roku 2000 zapisanego jako „00”, podczas gdy formalnie będą one należały jeszcze do roku budżetowego 1999. Wśród prawdopodobnych skutków najczęściej wymienia się błędy sortowań wykonywanych w celu chronologicznego ułożenia zapisów. Daty z roku 2000, np. 00-02-03 (czyli 3 lutego 2000) zostaną w trakcie takiego procesu umieszczone przed, a nie za, zapisami z roku 1999, np. 99-10-17.

Na okres przełomu lat 1999–2000 przypadną w Europie kolejne etapy przechodzenia na walutę europejską, a w Polsce dodatkowo kilka reform polityczno-gospodarczych o zasięgu ogólnokrajowym. Wszystkie te procesy będą miały istotny wpływ na funkcjonowanie państw, organizacji i przedsiębiorstw, stawiając przed ich służbami i systemami informatycznymi dodatkowe wyzwania. W szczególny sposób skutki tych zmian skoncentrują się na systemach bankowych i finansowych, przenosząc związane z tym wymogi na całe ich otoczenie i zaplecze techniczno-wspierające. Wyniknie z tego szereg dat krytycznych wynikających z problemu roku 2000 lub mających z nim związek pośredni. Ponieważ niektóre z tych dat nie będą go jednak dotyczyć, a różne procesy zmian będą odbywać się równolegle w tym samym czasie, wystąpienie w związku z nimi błędów i zakłóceń może być mylnie kojarzone z niewłaściwą przyczyną.

Podobny skutek mogą mieć zakłócenia we współpracy zagranicznej, jakie mogą wystąpić pod koniec roku 1999 i na początku roku 2000, z powodu różnego układu i różnych zwyczajów dotyczących dni wolnych od pracy w tym okresie. Współpraca ta jest szczególnie intensywna w przypadku banków i instytucji finansowych. Instytucje te radzą sobie dobrze z tymi różnicami od lat, jednak nerwowość i napięcie stwarzane przez samą świa-

¹⁾ Organizacje wprowadzające okres zamrożenia zmian niechętnie informują na ten temat, obawiając się ujawnienia w ten sposób pewnego osłabienia swej pozycji konkurencyjnej, które tak czy inaczej musi z takiego zamrożenia wynikać.

domość bliskości roku 2000 mogą być źródłem pochopnych wniosków i irracjonalnych zachowań.

Z tej przyczyny ważne jest takie ustalenie dat krytycznych dla danej organizacji, które uwzględnią zakres prowadzonej przez nią współpracy zagranicznej, a której szczególnym przypadkiem będzie posiadanie oddziałów, filii lub przedstawicielstw w innych krajach. Przykłady różnego traktowania ostatnich dni roku 1999 i pierwszych roku 2000 w kilku krajach świata przedstawiono w tabeli 6. Tabela zawiera jedynie informacje o stanie prawnym. Dodatkowo należy uwzględnić zwyczaje lokalne, w wyniku których wiele organizacji nie działa w tym okresie, bądź funkcjonuje w ograniczonym zakresie. Z tego powodu nawet uzyskanie informacji i wyjaśnień w związku z ewentualnymi problemami może być w tym czasie utrudnione.

Sytuacja w tym zakresie może stać się jaśniejsza pod koniec roku 1999, gdy rządy, administracje lokalne i organizacje zdecydują o stopniu ewentualnego „stanu podwyższonej gotowości” w związku z bliskością roku 2000¹⁾. O możliwości takich kroków świadczą już podjęte lub rozważane decyzje: w policji walijskiej zdecydowano o zawieszeniu urlopów²⁾ na przełomie lat 1999–2000, stan gotowości na ten okres zarządzono w kanadyjskiej Policji Konnej³⁾ i rozważa się (pierwszy raz od 1940 roku) dla Gwardii Narodowej USA⁴⁾. Podobne decyzje, wstrzymujące urlopy na przełomie lat 1999–2000 dla tysięcy pracowników, przez zarządy dużych firm i organizacji (zob. np. [2] i [10]). Jeszcze dalej idą władze największych miast USA, które w związku z problemem roku 2000 organizują centra dowodzenia na wypadek kryzysu, zlokalizowane w specjalnych bunkrach⁵⁾.

Wszystkie takie decyzje i zdarzenia mogą wpłynąć na zakres i liczbę dat krytycznych, które trzeba uwzględnić zarówno w trakcie testów i prób, jak i podczas normalnego działania, w okresie którego dotyczyą.

¹⁾ W Polsce w dniach 30 i 31 grudnia 1999 roku według zmienionych zasad będzie działać system rozliczeń bankowych, a w dniu 31 grudnia banki będą zamknięte dla klientów. Zmieniony będzie również porządek działania Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie i jej otoczenia.

²⁾ Pisał o tym Stewart Tendler w artykule *Police prepare for millennium burglars* w *The Sunday Times* z 18 stycznia 1999 roku.

³⁾ Wydawany w Toronto dziennik *Globe and Mail* donosił w numerze z 31 października 1998 roku, że w Kanadyjskiej Policji Konnej zdecydowano o wstrzymaniu urlopów w okresie od 27 grudnia 1999 roku do 15 marca 2000 roku.

⁴⁾ Paul Gentile w artykule *1999 opens with a plethora of Year 2000-related stories* w czasopiśmie *Credit Union Times* z 20 stycznia 1999 roku pisze o planach zmobilizowania 480 tysięcy gwardzistów.

⁵⁾ Zob. np. artykuł Jamesa Langtona pt. *US sets bunkers to beat Millennium chaos* w *Electronic Telegraph* z dnia 18 kwietnia 1999 roku (<http://www.telegraph.co.uk>).

7. Daty krytyczne pod każdym względem

Przykłady dat krytycznych pod każdym względem, zamieszczone w tabeli 5, potwierdzają tezę, że rachunek czasu w komputerach i systemach informatycznych jest prowadzony według indywidualnych i doraźnych potrzeb, uniemożliwiając m. in. jakiegokolwiek znormalizowane czy uniwersalne podejście do formułowania dat krytycznych w związku z problemem roku 2000.

Tabela 5 zawiera także znaczną liczbę dat nie istniejących, a występujących w praktyce, jakie wykryto podczas prób i testów. Daty te pojawiają się w wyniku najróżniejszych, indywidualnych prób rozwiązywania problemów z datą, podejmowanych przez twórców oprogramowania.

W wielu przypadkach algorytmy programowe użyte przy takich okazjach są tak zawiłe i jednocześnie pozbawione komentarzy wyjaśniających, że nie sposób zrozumieć, jakie były intencje ich zastosowania. Liczne przykłady takich algorytmów, sformułowanych w języku C, można znaleźć w opracowaniu [8].

Na podobne problemy zwracano uwagę podczas jednej z dyskusji w ramach *Zespołu Roboczego Rok 2000 Związku Banków Polskich*. Były one wynikiem szczególnie licznych zmian reguł obowiązujących w szybko zmieniającej się bankowości polskiej, jakie miały miejsce w pierwszej połowie lat 90. Presja czasu powodowała, że działający bez należytej kontroli programiści wprowadzali wówczas doraźne rozwiązania, które trudno obecnie zidentyfikować, jako mające związek z datą, a po odnalezieniu nie wiadomo, czego one konkretnie dotyczą.

Przykładem często wymienianym w tych dyskusjach były stosowane w programach wyrażenia warunkowe, jak np.

jeżeli rok jest równy 94 lub 95 to ..., w przeciwnym przypadku ...

Innym przykładem były własne jednostki czasowe, zastosowane z jakichś przyczyn przez programistę. Odporność takiego systemu na pojawienie się problemu roku 2000 czy – ogólniej – problemu z rachunkiem czasu, zależy obecnie często od tego, czy do tego celu użyto zmiennej 16- czy 32-bitowej.

Z podobnych powodów każdy pracujący obecnie nad rozwiązywaniem problemu roku 2000 mógłby uzupełnić tabelę 5 o liczne, nie wymienione w niej przypadki stwierdzonych błędów. Większość jednak takich przypadków miałaby znaczenie tylko w warunkach konkretnego systemu, w których one wystąpiły. Stąd ich przytaczanie ma przede wszystkim znaczenie instruktażowe, ostrzegawcze i zachęcające do wytyczenia wyobraźni podczas czynności analitycznych.

8. Zakończenie

Przedstawione przykłady dat krytycznych wykraczają znacznie poza zakres mający bezpośredni związek z problemem roku 2000. Jest to efektem dotychczasowych prac prowa-

dzonych na świecie w związku z tym problemem. Wynika z nich, że systemy informatyczne, rozumiane jako sprzęt i różnego rodzaju oprogramowanie, generalnie niezbyt dobrze radzą sobie z problemami kalendarzowymi. Opinie te potwierdza C. Jones w opracowaniu [13]. Píše on tam: „Wynalezienie zegarów atomowych i wprowadzenie pojęcia uniwersalnego czasu skoordynowanego (UTC) wyniosło pomiar czasu na pozycję najdokładniejszej metody pomiarowej znanej gatunkowi ludzkiemu. Podczas gdy pomiar czasu na poziomie sekund może być dokonywany z dokładnością 1 sekundy na kilka milionów lat, bardziej zgrubny pomiar dat i okresów kalendarzowych ciągle stanowi przyczynę kłopotów, a najbardziej kłopotliwy jest w dziedzinie komputerów i ich oprogramowania”.

Analiza systemów informatycznych prowadzona w związku z problemem roku 2000 i wprowadzane do nich w jej wyniku zmiany stwarzają okazję do objęcia tymi działaniami (a także następującymi po nich testami) szerokiego zakresu dat. Wynikiem tych działań może być lepsze przygotowanie tych systemów nie tylko do poprawnego działania na przełomie lat 1999–2000, ale również do właściwego przejścia przez inne daty krytyczne.

Dysponując przykładami dat krytycznych łatwiej można opracować własne listy tych dat, charakterystycznych dla warunków konkretnej organizacji. Listy te pozwolą nie tylko na wykonania działań dostosowawczych, ale również na przygotowanie adekwatnych do nich testów.

Przygotowanie list dat krytycznych nie jest obowiązkiem służb informatycznych, które mogą jedynie uczestniczyć w tym procesie w zakresie bezpośrednio dotyczącym sprzętu komputerowego i jego oprogramowania podstawowego. Pozostałe daty krytyczne winny być ustalone przez służby biznesowe danej organizacji, gdyż tylko one mają wystarczającą orientację co do związków i uzależnień konkretnego systemu od dat.

Te same listy dat krytycznych w warunkach danej organizacji winny być stosowane również przy opracowywaniu tzw. planów ciągłości działania oraz planów awaryjnych w związku z problemem roku 2000. W ten sposób można zapewnić spójność między systemami informatycznymi i planami tworzonymi m. in. na wypadek, gdyby systemy te – z dowolnych przyczyn – były okresowo niedostępne.

Problem dat krytycznych nie przestanie istnieć po zadowalającym przejściu przez przełom lat 1999–2000 i pewien okres roku 2000. Daty takie będą powstawać i znikać z różnych powodów. Prace przygotowawcze i testy prowadzone w związku z problemem roku 2000 winny przygotować systemy informatyczne do sprostania również przyszłym wymogom, które mogą się pojawiać w związku z obsługą dat w systemach informatycznych. Pozwoli to również uniknąć w przyszłości znacznych kosztów, które są szczególnie wysokie w przypadku każdego działania o charakterze akcji.

Problem roku 2000 jest postrzegany głównie jako proces naprawy błędów popełnionych w przeszłości, pociągający za sobą bardzo wysokie koszty i nie przynoszący żadnych przyszłych korzyści. Objęcie związanymi z tym problemem pracami możliwie szerokiego zakresu dat nie pociąga za sobą znacznych dodatkowych kosztów, a może stać się przykładem uzyskania mimo wszystko pewnych korzyści w przyszłości (zob. także [20]).

Tabela 1. Daty krytyczne w odniesieniu do sprzętu

Lp.	Data (czas)	Okoliczności występowania	Uwagi
1	1971.05.11 (11:56:53)	przepełnienie zegara komputerów IBM370	
2	1972.08.16	9999 dni do roku 2000	w języku Job Control komputerów <i>mainframe</i> parametr LABEL=RETPD=9999 oznacza <i>zawsze ważne</i> – zob. niżej 1999.12.31
3	1975.01.05	przepełnienie 12-bitowego licznika dni komputerów PDP-6	
4	1975.04.06	przepełnienie 12-bitowego licznika dni komputerów PDP-11	system operacyjny tych komputerów zapisywał datę wyliczoną według algorytmu <i>ostatnia-cyfra-roku*1000+dzień-w-roku</i> ; największa liczba 12-bitowa to 4095, w tym dniu zaś liczba ta wyniosła $4*1000+96$ (lata liczono od roku 1972 – roku powstania tego systemu)
5	1997.11.02 14:59	system operacyjny Domain komputerów Hewlett-Packard Apollo – przepełnienie 32-bitowego licznika sekund	błąd już wystąpił – z powodu niewielkiej liczby jeszcze działających takich komputerów, firma Hewlett-Packard mogła ostrzec wszystkich użytkowników i zalecić im zastosowanie odpowiednich poprawek, a – oprócz tego – nakazać kategoryczne wyłączenie komputerów przed momentem krytycznym i ponowne włączenie po jego przejściu
6	1980.0.0	najmniejsza możliwa data założenia zbioru w systemie operacyjnym MS-DOS	nie istniejąca data – liczbowo wcześniejsza od najmniejszej poprawnej daty możliwej w tym systemie
7	1980.01.01	najmniejsza poprawna data w systemie MS-DOS	
8	1980.01.01	początek roku 197A na komputerach <i>mainframe</i>	wynik taki otrzymano zamiast roku 1980, zapisanego w postaci tzw. liczby dziesiętnej spakowanej; na liczbie takiej, przedstawiającej rok 1979 (0001979F) wykonano działanie dodania jedności, jak na liczbie szesnastkowej, co dało w wyniku 000197AF zamiast 0001980F, czyli (po odrzuceniu zer i tzw. kwartetu znaku) 197A
9	1980.01.04	komunikat <i>błąd daty</i> w systemie MS-DOS	większość komputerów osobistych, nie przygotowanych w pełni do pracy w roku 2000, przechodzi na tę datę po napotkaniu roku o postaci „00” w pamięci CMOS; nie jest to data, lecz mający postać daty komunikat o błędzie, pozostałość z pierwszego systemu MS-DOS

Tabela 1. (cd.)

Lp.	Data (czas)	Okoliczności występowania	Uwagi
10	północ 1999.08.21	przepełnienie 10-bitowego licznika tygodni (liczonych od 5 stycznia 1980 roku) w odbiornikach systemu wyznaczania pozycji na kuli ziemskiej (GPS – Global Positioning System)	odbiorniki, do których nie wprowadzono związanych z tym zmian zabezpieczających, zmienią datę na 1980.01.05; można nabyć nowe odbiorniki działające poprawnie (pozbawione wymienionej tu wady)
11	1999.12.31	365 dzień roku 1999	zapis „99365” w etykietach taśm magnetycznych komputerów IBM oznacza <i>zawsze ważne</i> – w tym dniu dla wszystkich takich taśm zakończy się okres ochrony i mogą one zostać automatycznie przeznaczone do ponownego użycia, co zniszczy zawarte na nich dotąd zapisy
12	południe 2000.01.01	błąd działania niektórych elektronicznych układów ukrytych	brak, jak dotąd, informacji o charakterze, objawach i skutkach błędu
13	2001.09.08	wartość zmiennej <i>time_t</i> w systemie operacyjnym UNIX wydłuży się z 9 do 10 cyfr	dezorganizacja kolumn w zestawieniach drukowanych i formatach ekranowych, w których występują daty
14	2036.01.01	ostateczne przepełnienie rejestru daty w systemie Unisys Series A	pierwszy problem z datą na tych komputerach miał miejsce 1987.01.01, kolejny wystąpi 2003.01.01. Źródłem problemu jest szczególnie złożony sposób zapisywania daty (liczba dziesiętna skonstruowana z liczby lat, jakie upłynęły od roku 1970, po której następuje numer dnia w roku, jest zamieniana na dwubajtową liczbę szesnastkową ze znakiem na przedostatnim bicie)
15	2038.01.19 3:14:07	przepełnienie rejestru czasu w systemie operacyjnym UNIX	niektóre systemy mogą zmienić datę na 1970.01.01, a inne na 1901.12.13
16	2038.01.19 3:14:08	przepełnienie zmiennej czasu w 32-bitowych odmianach systemu operacyjnego UNIX	zmienna ta osiągnie 2^{31} sekund liczonych od 1970.01.01; problem może dotyczyć również innych systemów operacyjnych, np. takich, które korzystają z bibliotek języków C i C++
17	2042.09.18	przepełnienie rejestru czasu w systemie IBM/360	
18	2072	przepełnienie daty w systemie operacyjnym Milstar	dokładna data zostanie opublikowana
19	2100.02.28	ostatni dzień lutego 2100 roku	rok 2100 nie jest rokiem przestępnym
20	2041.11.16	systemy operacyjne BTOS i CTOS firmy Unisys o północy zmienią datę na 1952.03.01	

Tabela 1. (cd.)

Lp.	Data (czas)	Okoliczności występowania	Uwagi
21	2042.09.17 23:53:47	przepełnienie rejestru czasu komputerów IBM370	w rejestrze tym zliczane są tzw. długie sekundy (1 długa sekunda = = 1,048576 s) od północy 1900.01.01
22	2048.01.19	przepełnienie rejestru czasu w systemie operacyjnym Stratus VOS	czas jest liczony w tym systemie jako 1980.01.01 plus liczba sekund od tej daty (maksymalnie 2 ³¹)
23	2071.05.10 11:56:53	zegar wewnętrzny komputera AS/400 zmieni datę na 1928.08.23	zegar ten prowadzi rachunek czasu w jednostkach po 1024 μ s zliczanych w 42-bitowym liczniku
24	2080.01.01	program Windows File Manager (część składowa systemu operacyjnego Windows firmy Microsoft), pracujący z datą w formacie ISO-8601 odejmie 100 lat od każdej daty zbioru	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1], [5], [6], [13], [14], [15] i [19].

Tabela 2. Daty krytyczne dla oprogramowania

Lp.	Data (czas)	Opis	Uwagi
1	1601.01.01	pierwszy dzień w kalendarzu języka programowania ANSI COBOL85	
2	1899.12.30	dzień 0 w oprogramowaniu Borland Delphi	wartość zmiennej <i>TDateTime</i>
3	1900.02.29	nie istniejąca data	występuje (błąd!) w arkuszu obliczeniowym Lotus 1-2-3 i Microsoft Excel
4	1999.09.09	data tego dnia zapisana z dwucyfrowym rokiem (w postaci 9/9/99 lub 9999) była w niektórych programach traktowana jako wskaźnik, a nie jako data	niektóre programy mogą z tego powodu działać błędnie lub całkowicie wstrzymać działanie
5	2010.01.01	przepełnienie rejestru czasu w modułach bibliotecznych ANSIC	
6	2019.12.31	koniec możliwości obsługi daty z dwucyfrowym rokiem w pakiecie programowym Microsoft Excel 95	dla dat z dwucyfrowym rokiem firma Microsoft zastosowała w tej wersji pakietu Excel tzw. metodę okienkową, w której lata 20–99 są interpretowane jako 1920–1999, a lata 00–19 – jako 2000–2019; nie ma możliwości obsługi dat z rokiem o tej postaci większym niż 2019

Tabela 2. (cd.)

<i>Lp.</i>	<i>Data (czas)</i>	<i>Opis</i>	<i>Uwagi</i>
7	2027.12.31	koniec możliwości obsługi daty z dwucyfrowym rokiem w niektórych wersjach kilku pakietów z rodziny Quicken firmy Intuit	firma Intuit – w związku z problemem roku 2000 – zastosowała w swych produktach wyjątkowo skomplikowane i, w niektórych przypadkach, mylące procedury wprowadzania dat
8	2029.12.31	koniec możliwości obsługi daty z dwucyfrowym rokiem w pakiecie programowym Microsoft Excel 97	dla dat z dwucyfrowym rokiem firma Microsoft zastosowała w tej wersji pakietu Excel tzw. metodę okienkową, w której lata 30–99 są interpretowane jako 1930–1999, a lata 00–29 – jako 2000–2029; nie ma możliwości obsługi dat z rokiem o tej postaci większym niż 2029
9	2034.01.01	pakiet Share/43 stosowany w Marynarce USA wróci do daty 1970.01.01	system stosuje rachunek lat liczonych od roku 1970 i zapisywanych w 6-bitowym liczniku; nie przewiduje się wersji z poprawką
10	2036.12.31	granica daty biblioteki modułów wykonawczych języka Visual C++ (wersja 4.x)	
11	2049.12.31	granica daty programu Microsoft Project 95 (i wersji wcześniejszych)	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1], [5], [6], [13], [14], [15] i [19].

Tabela 3. Daty krytyczne ze względu na oferowane usługi

<i>Lp.</i>	<i>Data</i>	<i>Opis</i>	<i>Uwagi</i>
1		W systemach bankowych, finansowych, ubezpieczeniowych i innych możliwe są najróżniejsze przypadki dat krytycznych pozostających w związku z oferowanymi usługami. W przypadku banku będą to np. lokaty terminowe (miesięczne, kwartalne, półroczne itd.). Daty krytyczne są także wynikiem założonych okresów promocyjnych, kampanii marketingowych, akcji rocznicowych bądź związanych z szczególnymi datami i innymi.	
2	1998.08.18	500 dni do roku 2000	
3	1999.01.01	wprowadzenie wspólnej waluty europejskiej	według informacji z grudnia 1998, przygotowania systemów informatycznych do obsługi tej waluty pochłoneły nakłady w wysokości ok. 100 mld dolarów USA, co stanowi ok. 15% nakładów przewidywanych w skali świata w związku z problemem roku 2000

Tabela 3. (cd.)

<i>Lp.</i>	<i>Data</i>	<i>Opis</i>	<i>Uwagi</i>
4	1999.02.05	możliwość dokonywania pierwszych rezerwacji biletów lotniczych na rok 2000	systemy obsługi rezerwacji miejsc w samolotach linii lotniczych pozwalają na maksymalnie 330-dniowe wyprzedzenie, które w tym dniu weszło w rok 2000
5	1999.03.06	300 dni do roku 2000	może wystąpić w związku z akcjami marketingowymi
6	1999.09.22	100 dni do roku 2000	jw.
7	2000.04.10	setny dzień roku 2000	jw.
8	2002.01.01	wprowadzenie waluty europejskiej jako realnego pieniądza	
9	2002.06.30	koniec okresu księgowości dwuwalutowej w walucie europejskiej i danego państwa	
10	2002.07.01	wycofanie pieniędzy innych niż europejskie w związku z przejściem na walutę europejską	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1], [5], [6], [13], [14], [15] i [19].

Tabela 4. Daty krytyczne w niektórych państwach

<i>Lp.</i>	<i>Data</i>	<i>Opis</i>	<i>Uwagi</i>
1		Każdy przełom lat obfituje w dni wolne od pracy, których kalendarz jest różny w różnych krajach (różnice takie występują nawet między Anglią, Walią, Szkocją i Północną Irlandią, mimo iż tworzą one jedno państwo). Szczególnie krytyczne będą takie dni w ostatnich dniach roku 1999 i pierwszych roku 2000. W tym okresie wiele przedsiębiorstw i organów administracji, szczególnie w krajach Europy Zachodniej, ogranicza działalność. W Polsce np. przypadające na grudzień (4 grudnia) święto górników jest tradycyjnie dniem wolnym od pracy w całym przemyśle wydobywczym. Dni wolne od pracy przypadające w niektórych krajach na przełomie lat 1999–2000 zestawiono w tabeli 6.	
2		W różnych krajach, w różnych dniach następuje przejście na czas letni i powrót do czasu zimowego. Przejścia te – nawet gdy odbywają się w tych samych dniach, jak w większości krajów europejskich – są dokonywane o różnych godzinach. Może to mieć znaczenie w systemach o międzynarodowym zasięgu działania, obsługujących m. in. bieżącą rejestrację transakcji.	
3	1999.01.01	zmiana systemu ubezpieczeń społecznych w Polsce	zmiana ta wymagała poważnej modyfikacji systemów informatycznych obsługujących sprawy kadrowe i płacowe, a także zmiany zasad współdziałania z instytucjami i funduszami ubezpieczeniowymi
4	1999.04.01	początek roku budżetowego w Japonii, Kanadzie i stanie Nowy Jork	związane z tym systemy informatyczne rozpoczną działanie na datach z całego roku budżetowego, a część tych dat przypada na rok 2000

Tabela 4. (cd.)

<i>Lp.</i>	<i>Data</i>	<i>Opis</i>	<i>Uwagi</i>
5	1999.04.06	początek roku budżetowego w Wielkiej Brytanii	związane z tym systemy informatyczne rozpoczną działanie na danych z całego roku budżetowego, a część tych dat przypada na rok 2000
6	1999.07.01	początek roku budżetowego w 46 stanach USA	jw.
7	1999.10.01	początek roku budżetowego rządu USA	
8	2000.01.03	pierwszy dzień roboczy roku 2000 w Polsce	pierwszy dzień występowania ewentualnych problemów i dzień próby dla wszystkich systemów, które w tym dniu podejmą pracę pierwszy raz w roku 2000
9	2000.01.04	pierwszy dzień roboczy roku 2000 w Wielkiej Brytanii i Irlandii	jw.
10	Z pojęciem roku budżetowego wiąże się tzw. efekt Joe Anne. W ogólności – obejmuje on dodatkowe problemy, jakie mogą wystąpić w przypadku, gdy lata budżetowe 1999 i 2000 nie pokrywają się ze swymi odpowiednikami kalendarzowymi.		
11	20???.???.??	przejście Polski na walutę europejską	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1], [5], [6], [13], [14], [15] i [19].

Tabela 5. Daty krytyczne pod każdym względem

<i>Lp.</i>	<i>Data</i>	<i>Opis</i>	<i>Uwagi</i>
1	4713.01.01 (p.n.e.)	dzień 0 kalendarza juliańskiego	nie wymaga testowania, poza bardzo szczególnymi przypadkami (np. programy do przeliczania i wyznaczania dat historycznych)
2	1.12.31 (p.n.e.)	ostatni dzień przed nową erą (piątek)	jw.
3	0.00.00	nie istniejąca data	data używana jako wskaźnik (o postaci 00-00-00 lub 000000)
4	4.02.29	nie istniejąca data	rok 4 n.e. nie był przestępny (błąd w systemie UNIX); jedyne wyjątek tego rodzaju
5	1582.02.24	ustanowienie kalendarza gregoriańskiego	
6	1582.10.15	pierwszy dzień liczony według kalendarza gregoriańskiego	
7	1700.02.29	data ta wystąpiła tylko w Wielkiej Brytanii i jej posiadłościach	Wielka Brytania nie przyjęła do tego czasu kalendarza gregoriańskiego

Tabela 5. (cd.)

<i>Lp.</i>	<i>Data</i>	<i>Opis</i>	<i>Uwagi</i>
8	1712.02.30	data wystąpiła w Szwecji (i prawdopodobnie w Finlandii)	
9	1968.01.19	2 ³¹ sekund od 1900.01.01	
10	1999.12.31 2000.01.01	przejście z roku 1999 do 2000	
11	2000.01.00	nie istniejąca data	pojawia się w niektórych arkuszach kalkulacyjnych i bazach danych, gdy zażądać daty obliczanej jako (2000.01.01) - 1 (1 stycznia 2000 roku minus jeden)
12	2000.01.03	pierwszy dzień roboczy roku 2000	pierwszy dzień występowania problemów i próby dla wszystkich systemów, które w tym dniu podejmą prace pierwszy raz w roku 2000
13	2000.02.28 2000.02.29 2000.03.01	ostatnie dni lutego i pierwszy dzień marca 2000 roku	rok 2000 jest rokiem przestępnym – każdy komputer i system winien wykazywać kolejno wszystkie te dni
14	2000.02.30 2000.02.31 2000.03.00	nie istniejące dni lutego i marca 2000 roku	dni takie występują w niektórych systemach na komputerach osobistych
15	2000.03.26	pierwsza zmiana na czas letni po roku 1999	
16	2000.10.29	pierwsza zmiana na czas zimowy po roku 1999	
17	2000.12.31	ostatni dzień XX wieku – 366 dzień roku 2000	może powodować problemy w niektórych systemach
18	2001.01.01	pierwszy dzień XXI wieku	
19	2001.02.29	nie istniejący dzień	
20	2004.02.28 2004.02.29 2004.03.01	ostatnie dni lutego i pierwszy dzień marca 2004 roku	rok 2004 jest rokiem przestępnym – każdy komputer i system winien przechodzić poprawnie kolejno przez te dni
21	2036.02.06 6:28:16	czas Greenwich osiągnie 2 ³² sekund od północy 1900.01.01	znaczna liczba systemów liczy czas w ten sposób
22	2079.06.06	2 ¹⁶ dni od 1900.01.01	
23	Znaczna liczba systemów informatycznych i pakietów programowych prowadzi dodatkowy rachunek czasu, niezależny od realizowanego przez komputer i jego system operacyjny. Zasady tego rachunku są definiowane indywidualnie, w zależności od potrzeb. Również w tym rachunku mogą pojawić się daty i momenty krytyczne z punktu widzenia problemu roku 2000 lub w ogólności w związku z rachunkiem czasu. Przykładowo: 2 ³² milisekund to 49,71 dni, a 2 ²⁴ minut to 32 lata (błąd ten objawiał się w systemie operacyjnym Solaris 2.x, który zawiesział swą pracę po 248 dniach i ponad 13 godzinach nieprzerwanej pracy w wyniku przepięnienia zmiennej czasowej, w której rejestrował upływ setnych części sekundy; według niepotwierdzonych opinii błąd ten wystąpił w maju 1998 roku w naziemnym systemie sterowania satelitą komunikacyjnym Galaxy IV i spowodował jego nieodwracalną awarię [18, str. 12]).		

Tabela 6. Dni wolne od pracy na przełomie lat 1999–2000 w niektórych krajach

Lp.	Kraj	Grudzień 1999									Styczeń 2000					
		23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	
Dzień tygodnia –		Cz	Pi	So	Ni	Po	Wt	Śr	Cz	Pi	So	Ni	Po	Wt	Śr	
1	Polska	R	R+	W	W	R	R	R	R	R+	W	T	R	R	R	
2	Anglia, Walia, Irlandia Północna	R	r	T	T	W	W	R	R	W	T	T	W	R	R	
3	Szkocja	R	r	T	T	W	R	R	R	W	T	T	W	W	R	
4	Irlandia	R	r	T	T	W	W	R	R	R	T	T	W	R	R	
5	Unia Europejska	R	?	T	T*	W	W	W	W	W	T	T	R	R	R	
6	Japonia	W	R	T	T	R	R	R	R	R	W	W	R	R	R	
7	Kanada	R	r	T	T*	W	W	R	R	R	T	T	W	R	R	
8	USA	R*	W	T	T*	R*	R	R	R	W	T	T	R	R	R	
Numer tygodnia według regul normy ISO –		51					52					1				

Źródło: opracowanie własne i [19].

Oznaczenia:

Po, Wt, Śr, Cz, Pi, So, Ni – skróty nazw dni tygodni (poniedziałek, wtorek, ... , niedziela)

R – dzień roboczy

R* – w poszczególnych stanach USA obowiązują różne zasady

R+ – w Polsce utrwaliła się praktyka wcześniejszego odpracowywania tego dnia

r – połowa dnia roboczego

T – koniec tygodnia (weekend) (T* – 26 grudnia nie jest dniem wolnym, gdy przypada w dzień roboczy; w Unii Europejskiej w Belgii, Francji, Hiszpanii i Portugalii)

W.– dzień wolny

? – w poszczególnych państwach obowiązują różne zasady

Literatura

- [1] *Critical Y2K Testing Dates*, http://www.army.mil/army-y2k/Testing_Dates.htm, grudzień 1998.
- [2] Armour, S., *Y2K means no vacation for some*, <http://www.usatoday.com/life/cyber/tech/cte154.htm>, kwiecień 1999.
- [3] Barber, D., Buffa, J., *Year 2000 Test Procedures*, General Motors Corporation, 1998.
- [4] Belasco, H., *Impact, Westergaard Online Systems*, 20/1/1999, www.y2ktimebomb.com.
- [5] *Year 2000 Test Criteria*, <http://www.cinderella.co.za>, 1998.07.20.
- [6] Fredrickson, J., *Comprehensive List of Potential Y2K Problem Dates*, Mitre Organisation, <http://www.mitre.org>, 1998-10-29
- [7] Gareiss, R., *Ensuring That System Clocks Can Stand the Test of Time*, w: *Data Communications*, czerwiec 1996.

- [8] *1999/2000 status with GNU software*, Free Software Foundation, <http://www-th.phys.rug.nl/schut/gnulist.html#examples-of-difficulties>, 1998.12.10.
- [9] Gordon, P. D., *National and Global Implications of the Year 2000 and Embedded Systems Chips*, GWU, 1999.
- [10] Graves, A. B., *Y2K won't be a holiday for many*, Associated Press News, <http://www.deseretnews.com>, 5/4/1999
- [11] Hystad, P., *The Joe Anne Effect*, <http://www.computerpro.com/~phystad/jae.html>, 1998.12.11.
- [12] Jager, P. de, Bergcon, R., *Managing 00 – Surviving the Year 2000 Computing Crisis*, Wiley Computer Publishing, 1997.
- [13] Jones, C., *Dangerous Dates for Software Applications*, version 2, March 1998, Software Productivity Research Inc. – Year 2000 Information Center, <http://www.year2000.com/archive/dangers.html>
- [14] Kolberg, V., *Y2K-related critical dates to test*, Y2K Navigation Center, http://privat.schlund.de/v/vk/vk_y2k03.htm, 1998.12.03.
- [15] *Critical Date Transitions*, Mitre Organisation, http://www.mitre.org/.../CRITICAL_DATES.html, 1998.12.03.
- [16] Pilawski, B., Dane, informacje, wiedza, *Marketing Serwis 9* (1997).
- [17] Ryznar, Z., *Informatyka bankowa – próba syntezy*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 1998.
- [18] Stockton, J. R., *The “Year 2000” And Similar Problems*, <http://www.merlyn.demon.co.uk/year2000.txt>, 1998.07.13.
- [19] Stockton, J. R., *Critical and Significant Dates*, <http://www.merlyn.demon.co.uk>, 1998.11.29.
- [20] Zetlin, M., *The Computer Time Bomb*, American Management Association, New York 1997.