

Rentgen XXI wieku

Dzisiejsza diagnostyka obrazowa to cały arsenał najnowszych technologii pozwalających zajrzeć do wnętrza ciała ludzkiego w sposób nieinwazyjny. Dwa czynniki pozostają jednak niezmienne: radiolog wykonujący badanie i klinicysta czekający na wynik. Paradoksalnie, przy całym zaawansowaniu dzisiejszych metod obrazowania sposoby kontaktu i przekazywania informacji pomiędzy radiologami a klinicystami pozostają identyczne od ponad 100 lat. Srebrna klisza i opis radiologiczny na kartce papieru są niezmiennym narzędziem pracy lekarzy od początku radiologii do dziś. Klisza radiologiczna i papier są również prawie jedynym sposobem długoterminowej archiwizacji obrazów medycznych.

W szpitalach są coraz szerzej stosowane technologie informatyczne. Korzyści wynikające z poprawnie zaprojektowanego, wdrożonego i użytkowanego systemu są liczne, co z kolei prowadzi do zapewnienia najwyższego poziomu opieki zdrowotnej. W szczególności wdrożenie proponowanego systemu pozwala na:

- a) podwyższenie jakości i komfortu pracy,
- b) obniżenie nakładów przeznaczonych na diagnostykę i leczenie:
 - przejście w pełnym zakresie zakładu diagnostyki na pracę bezkliszową,
 - centralne archiwizowanie wszystkich wyników obrazowych w postaci cyfrowej oraz ich dystrybucja na terenie zakładu diagnostyki i poza nim,

Założmy, że w zakładzie diagnostyki szpital wykonuje ponad 45 tys. badań rocznie, z czego większość stanowią badania RTG, kilka tysięcy to badania tomografii komputerowej (CT), rezonansu magnetycznego (MRI) oraz mammograficzne. Dodatkowo w szpitalu wykonywane są jeszcze badania USG.

W analizowanej jednostce służby zdrowia liczba klisz na badanie przed wprowadzeniem systemu cyfrowego wynosi 2,1 (choć w niektórych szpitalach sięga 2,7).

- Dzieje się tak z następujących powodów:
- w większości przypadków klasycznej radiologii notuje się jeden obraz na jednej kliszy (nie ma możliwości pomniejszania),

” Wyniki obrazowe zapisane w archiwum powinny być dostępne dla wszystkich klinicystów na wszystkich oddziałach dzięki wykorzystaniu przeglądarki WWW ”

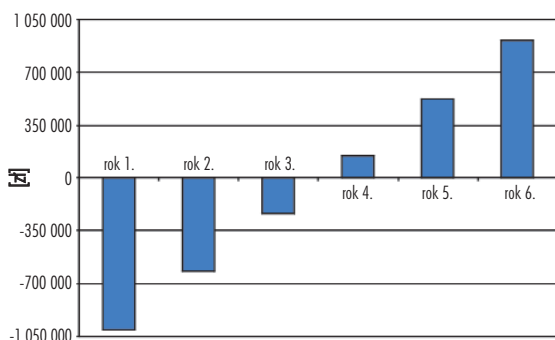
- pełną dostępność zarchiwizowanych wyników obrazowych w zakładzie diagnostyki i poza nim również poprzez przeglądarkę WWW (teledradiologia),
- c) standaryzację przechowywanych danych,
 - d) rozproszony dostęp do danych przez różne centra diagnostyczne oraz grupy lekarzy,
 - e) poufność, kontrolę.

Studium wykonalności

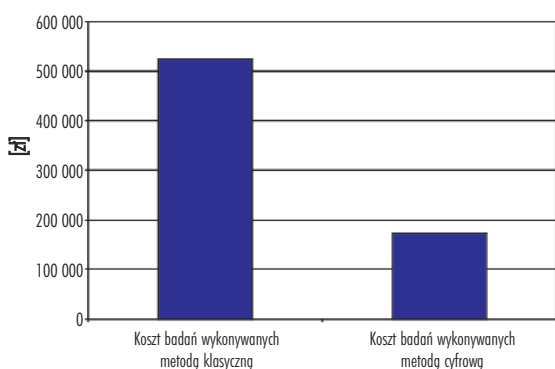
Prześledźmy przykładowe rozwiązanie dla średniej wielkości zakładu diagnostyki w Polsce.

- każdy błąd ekspozycji w parametrach ekspozycji skutkuje zużyciem kolejnej kliszy,
- każde badania obrazowe jest zapisywane na kliszy dla potrzeb klinicystów i pacjentów,
- brak precyzyjnej kontroli nad obiegiem informacji w zakładzie diagnostyki obrazowej, dlatego niektóre badania są wykonywane niepotrzebnie;
- tradycyjne archiwum klisz RTG ma problemy ze zwrotem wypożyczonych klisz.

Biorąc pod uwagę średni koszt wykonania zdjęcia wynoszący 4,8 zł w procesie mokrym oraz 11 zł w procesie suchym, koszt wykonywanych ba-



Ryc. 1. Wynik na inwestycji ucyfrowienia zakładu diagnostyki



Ryc. 2. Porównanie kosztów badań rocznie

dań w zakładzie diagnostyki obrazowej przed wdrożeniem systemu cyfrowego należy szacować na ok. 560 000 zł zakładając, że badania w procesie mokrym (RTG) stanowią ponad 80 proc. wszystkich wykonywanych badań. Koszt ten jest tym większy, im większy jest udział procesu suchego.

wynikiem jest wywołana i/lub wydrukowana kłisza (RTG, CT, MRI);

- b) w przypadku aparatów, które nie mają możliwości bezpośredniego ucyfrowienia (zakup odpowiedniego modułu do aparatu), istnieje możliwość ich ucyfrowienia z wykorzystaniem czytników płyt fosforowych (CR) czyli radiografii pośredniej;
- c) wyposażyć jednostkę w centralne archiwum obrazów cyfrowych klasy PACS, automatyzujące proces archiwizacji i przesyłania danych w sieci. W tym celu dostarczona zostanie macierz dyskowa (urządzenie typu NAS) o pojemności 1,5 TB dostępnych wyłącznie dla wyników obrazowych;

Dostarczony system musi być zgodny ze światowym protokołem wymiany danych w radiologii DICOM 3.0. Gwarantuje on możliwość przesyłania danych pomiędzy urządzeniami produkującymi obrazy cyfrowe (CT, CR, MRI i innymi), archiwizującymi dane obrazowe (PACS), drukującymi obrazy, oraz diagnostycznymi stacjami przeglądowymi niezależnie od ich producenta;

- d) wdrożyć zintegrowany system zarządzania zakładem radiologii klasy RIS. Wspomaga on cały obieg informacji w zakładzie diagnostyki, począwszy od zapisania danych pacjenta, zaplanowania badania, wysłania badania na konsolę technika wykonującego badanie, wprowadzenia zużytych zasobów, opisu, na wydrukowaniu raportu skończywszy.
- e) cyfrowe obrazy będą przeglądane i opisywane na specjalizowanych stacjach wielomonitorowych. Każda stacja zawiera jeden zwykły monitor do opisów i od jednego do kilku monitorów radiologicznych certyfikowanych dla radiologii;
- f) Aby uzyskać maksymalne korzyści ekonomiczne z wprowadzenia systemu cyfrowego, system musi mieć możliwość:

„ W przypadku tradycyjnych aparatów RTG każdy błąd ekspozycji powoduje konieczność powtórzenia badania i zużycie kolejnych materiałów ”

Szpital modelowy

Rozwiązaniem prowadzącym do zmniejszenia kosztów analizowanej jednostki jest przejście całego zakładu na radiologię cyfrową i wyeliminowanie konieczności druku/wywołania kłisz.

Aby pomyślnie przeprowadzić cały proces, należy:

- a) ucyfrowić aparaty medyczne, w szczególności te, które wykonują najwięcej badań, których

- dystrybucji obrazów medycznych zarchiwizowanych w archiwum PACS poprzez przeglądarkę WWW,
- wydawania pacjentom wyników na zwykłej płycie CD-R lub DVD. Płyta zawiera dane zlecenia oraz wyniki w zakresie danych opisowych oraz obrazów diagnostycznych i referencyjnych wraz z programem do ich przeglądania na dowolnym komputerze. Dane

obrazowe zapisane w archiwum powinny być dostępne dla wszystkich klinicystów dzięki wykorzystaniu przeglądarki WWW.

Dostęp lekarzy klinicystów do obrazów zapisanych w archiwum PACS powinien być stopniowany. W pierwszej kolejności pokazywane są obrazy jakości referencyjnej zgodne z ACR (*American College of Radiology*). Dostępne są również obrazy jakości diagnostycznej zgodne z ACR, wymagają one jednak od klinicystów wiedzy dotyczącej manipulacji takimi obrazami, a ich wyświetlenie wymaga dodatkowego oprogramowania i certyfikowanego sprzętu.

g) System może być rozszerzony o:

- moduł integracji z systemem szpitalnym zgodnym ze standardem medycznym HL7,
- duplikator – urządzenie automatyzujące proces zapisywania archiwalnych badań na płytach DVD.

Jak osiągnąć cel

Pierwszym etapem jest precyzyjne opisanie stanu docelowego, indywidualnie dla każdego przypadku.

Następnym krokiem jest przygotowanie źródeł finansowania projektu cyfryzacji zakładu diagnostyki. Dostępne są następujące opcje:

1. Środki własne – najłatwiejszy sposób finansowania inwestycji, jednak wymaga posiadania 100 proc. środków własnych.
2. Środki unijne – obecnie dostępne fundusze unijne pozwalają sfinansować do 75 proc. inwestycji. Pozostałe 25 proc. to wkład własny.

” Skuteczne wdrożenie radiologii cyfrowej w przypadku jednostki wykonującej 60 tys. badań rocznie zmniejsza koszty o blisko 400 tys. zł ”

3. Środki komercyjne – można je pozyskać w postaci kredytów, jak również bezzwrotnych grantów przyznawanych przez instytucje (KBN) i firmy prywatne (duże korporacje). W przypadku kredytów koszt inwestycji zwiększa się o oprocentowanie.
4. Dzierżawa (zakup ratalny) – nie wymaga posiadania własnych środków inwestycyjnych. Opłaty uiszcza się za użytkowanie dostarczonego systemu w okresach miesięcznych.

Biorąc pod uwagę korzyści płynące z wdrożenia radiologii bezkliszowej, realne jest samofinansowanie się inwestycji z oszczędności dobrze wprowadzonego systemu (brak konieczności za-

kupu klisz i odczynników chemicznych lub sprowadzenie ich do minimum).

Kolejnym krokiem jest przygotowanie specyfikacji wymagań (SIWZ). W przypadku jednostek publicznych procedura przetargowa prowadzona jest w oparciu o *Prawo zamówień publicznych*.

Po wyborze oferenta rozpoczyna się proces wdrożenia rozwiązania.

Cały proces implementacji systemu trwa ok. 2 mies.

Zwrot inwestycji

Skuteczne wdrożenie systemu daje możliwość zmniejszenia liczby klisz na badanie z poziomu 2,1–2,7 aż do 0,15–0,3, co oznacza w przypadku jednostki wykonującej 45 tys. badań rocznie zmniejszenie kosztów z ponad 560 tys. do 180 tys. zł rocznie.

Algorytm jest następujący:

Obecny współczynnik kliszy na badanie przemnożony przez obecną liczbę badań oraz ich koszt minus docelowy współczynnik kliszy na badanie przemnożony przez docelową liczbę badań oraz ich koszt.

W wyliczeniach nie uwzględniono oszczędności pośrednich lub trudno wyliczalnych, a wynikających z wprowadzenia radiologii cyfrowej. W szczególności:

- wydłużenia żywotności lampy RTG,
- kosztu adaptacji, utrzymania ciemni i magazynów odpadów w przypadku klasycznego RTG,
- kosztu utrzymania archiwum klisz,
- czasu poświęconego na przeszukiwanie tradycyjnego archiwum klisz.

Wykres przedstawia analizę zwrotu z inwestycji (BEP), średni okres zwrotu nie przekracza 3 lat, po tym okresie każdy kolejny rok stanowi bezpośrednio oszczędności.

Po wdrożeniu systemu miesięczne koszty związane z wykonaniem badań obrazowych mogą spaść ponadtrzykrotnie.

Systemy cyfrowe działają na całym świecie. Kilka systemów funkcjonuje w Polsce, przynosząc wymierne korzyści, np. KSS im. Jana Pawła II w Krakowie, MSWiA w Warszawie i WSS we Wrocławiu.

lek. Rafał Włach