

Detektory DRX Plus: Z dobrych stały się jeszcze lepsze

Autorzy: Karin Töpfer, Tim Wojcik

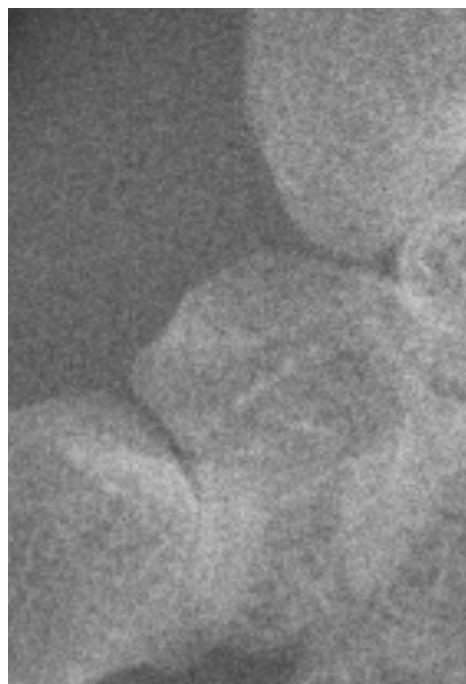
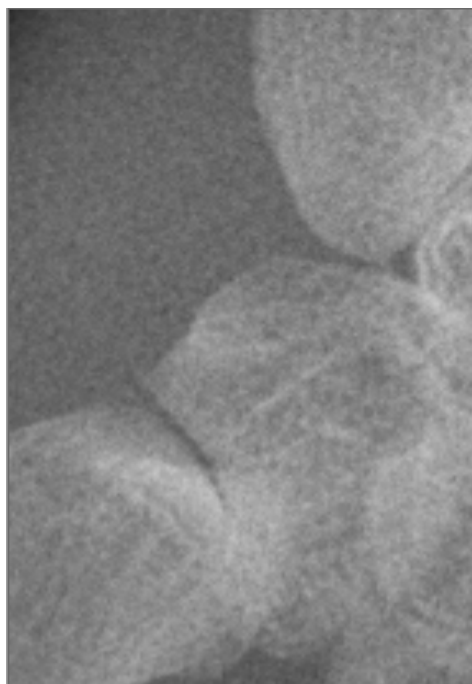
Wprowadzenie

Wprowadzenie przez Carestream w roku 2009 pierwszego na świecie przenośnego, bezprzewodowego detektora o wielkości kasety – modelu CARESTREAM DRX-1 – jako uniwersalnego i ekonomicznego rozwiązania do obrazowania całkowicie odmieniło rynek radiografii cyfrowej. Od teraz dostępna jest konstrukcja trzeciej generacji: **Detektor CARESTREAM DRX Plus**, który oferuje nowy poziom jakości w radiografii cyfrowej.

Niniejszy dokument opisuje szczegółowo najważniejsze cechy i korzyści, jakie zapewnia detektor DRX Plus i udowadnia, że DRX Plus dzięki przenośnym detektorom bezprzewodowym radiografia cyfrowa z dobrej staje się jeszcze lepsza.

Konsekwentnie doskonałe rezultaty obrazowania

Pamiętając, że podstawowym zadaniem naszych produktów jest wykonywanie doskonałych zdjęć w sposób konsekwentny i niezawodny przy najniższej możliwej dawce promieniowania, detektory DRX Plus zawierają wiele ulepszeń konstrukcyjnych względem modelu DRX-1, dzięki czemu oferują zmniejszenie szumu ciemnego o 60% oraz zwiększenie czułości o 25%, dając zauważalne zwiększenie detekcyjnej wydajności kwantowej (DQE, Detective Quantum Efficiency). W rezultacie ulepszenia te zapewniają lepszy stosunek sygnału do szumu (SNR) niż poprzednie rozwiązania, co się przekłada na zmniejszenie ekspozycji pacjenta na promieniowanie przy tym samym współczynniku SNR dla uzyskanego obrazu. Rysunek 1 przedstawia poprawę poziomu szumów obrazu o stałej ekspozycji, w wyniku uzyskując wskaźnik ekspozycji IEC równy 135.



Rysunek 1: Porównanie obrazów przy czułości 800: Obrazy sztucznej dłoni z detektorów DRX Plus 3543 oraz DRX-1 przy powiększeniu 2x

Biała księga | Detektory DRX Plus firmy CARESTREAM

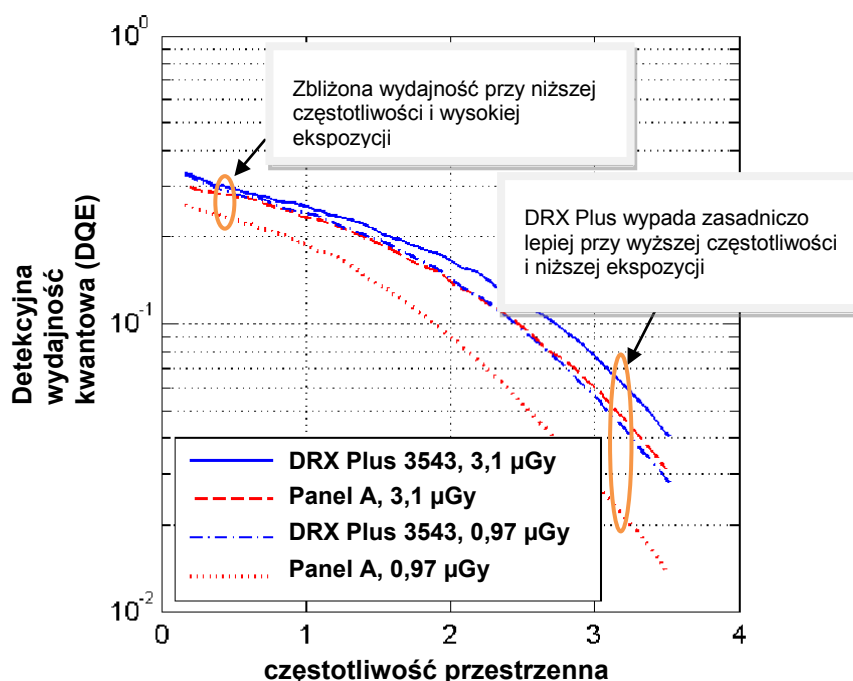
Inne firmy często wymieniają w swoich materiałach marketingowych „względną wydajność kwantową DQE” lub „poprawę DQE o 20%” nie podając, do czego się one odnoszą. Takie informacje są w zasadzie bezużyteczne. Potencjalni nabywcy powinni porównywać wartości bezwzględne określone zgodnie z uznaną normą międzynarodową IEC 62220 „Medyczne urządzenia elektryczne - Charakterystyki cyfrowych urządzeń obrazowania rentgenowskiego”. Dodatkowo należy uwzględnić fakt, że wydajność kwantowa DQE nie jest, jak podano w różnych materiałach sprzedażowych, pojedynczą liczbą,

Osiągi detektorów DRX Plus plasują je w wysoce konkurencyjnym zakresie wśród przenośnych detektorów bezprzewodowych, a zatem również nabywcy powinni dokonać takiego porównania.

Rysunek 2 przedstawia wydajność kwantową DQE detektora DRX Plus 3543 dla wiązki RQA-5 w porównaniu z konkurencyjnym produktem, w którego broszurze handlowej deklarowana jest podobna wartość wydajności DQE.

Warto zauważyć, że pomimo wydajność tych dwóch urządzeń przy wyższym poziomie ekspozycji i niższej częstotliwości przestrzennej jest zbliżona, wydajność przy wyższych częstotliwościach przestrzennych i niższej ekspozycji jest zasadniczo lepsza dla urządzenia DRX Plus.

Rzecz jasna, charakterystyka DQE określa osiągi w idealnych warunkach laboratoryjnych, a nie w skrajnych warunkach występujących u klienta. W szczególności na jednorodność obrazu mogą mieć wpływ warunki takie jak czas od pierwszego uruchomienia do akwizycji,

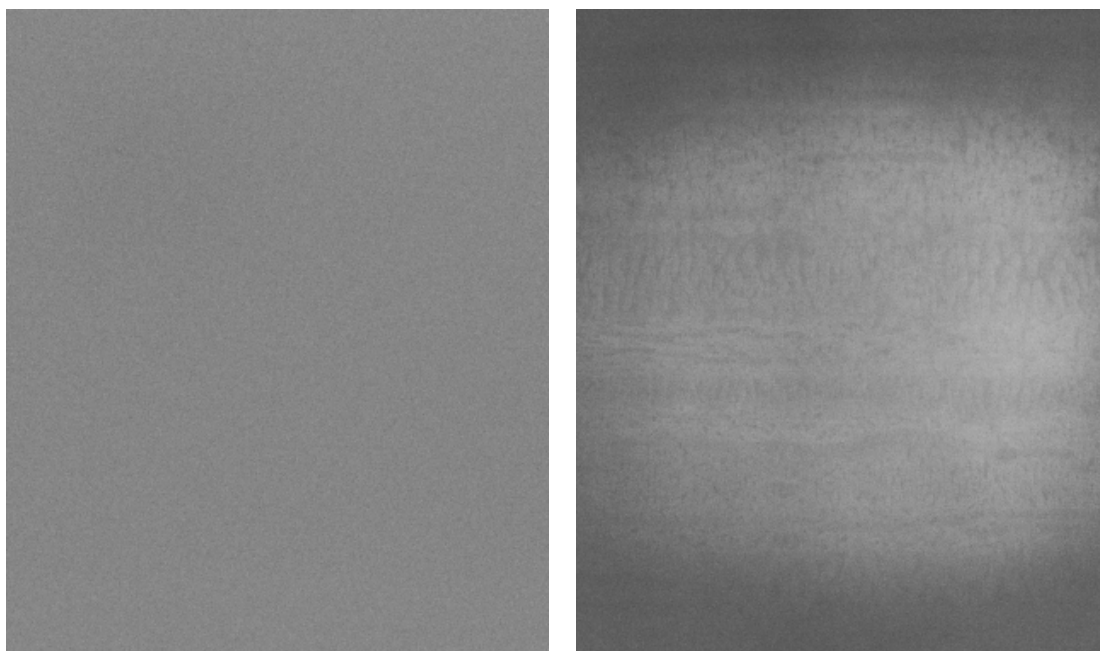


Rysunek 2: Porównanie wydajności DQE dla wiązki RQA-5 w urządzeniu DRX Plus 3543 oraz urządzeniu konkurencyjnym A

Biała księga | Detektory DRX Plus firmy CARESTREAM

Rysunek 3 przedstawia przykład jednorodności obrazu z detektora DRX Plus w porównaniu do konkurencyjnego detektora w temperaturze różniącej się o

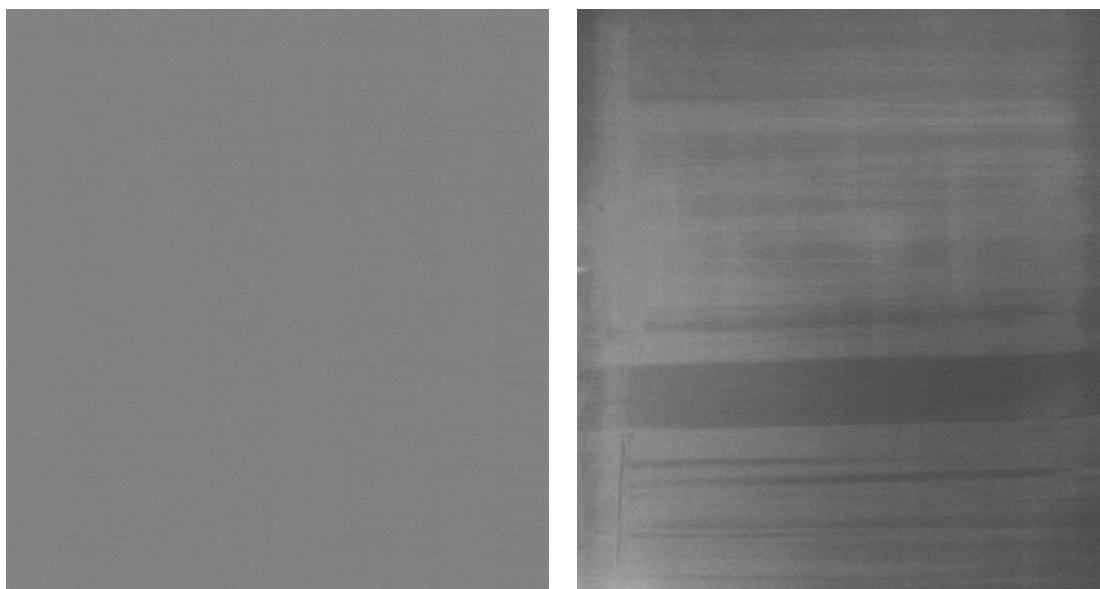
10°C od temperatury kalibracji. Obydwa urządzenia były skalibrowane w temp. 25°C:



Rysunek 3: Porównanie obrazu z równomiernie oświetlonego pola: DRX Plus 3543 w porównaniu do konkurencji A w temperaturze 35°C, kalibracja w 25°C, szerokość okna wynosi 5% od poziomu

Na koniec, natura zbudowanych na bazie amorficznego krzemu przetworników obrazu wymaga uwagi do zasilania panelu, w tym podczas uruchamiania, odświeżania, scalania sygnału i akwizycji. Firma Carestream dopracowała do perfekcji ten aspekt budowy detektora, co znajduje potwierdzenie w doskonałej jednorodności i stabilności obrazu od pierwszej do ostatniej ekspozycji w trakcie badania pacjenta. Rysunek 4 przedstawia jednorodność pierwszego obrazu

wykonanego natychmiast po uruchomieniu detektorów DRX Plus w porównaniu do konkurencyjnego produktu. Ten problem ze stabilnością od pierwszego obrazu jest uwzględniony w podręczniku jednego z produktów konkurencji z adnotacją „nie daje się gwarancji na to, że uzyskany obraz może być używany do celów diagnostycznych”. Konieczność odrzucenia pierwszego obrazu ma wpływ na przepływ pracy.



Rysunek 4: Pierwszy obraz po uruchomieniu: DRX Plus w porównaniu z konkurencyjnym urządzeniem B, okno 30 ADC przy 14-bitowej rozdzielczości

Ulepszona szybkość akwizycji

Obrazowanie z jednego rzutu jest ograniczone przez szum anatomiczny z nakładających się struktur na rzucie obrazu. Dzięki zaawansowanym aplikacjom Tomosynthesis oraz Dual Energy wykorzystującym specjalne techniki akwizycji można uzyskać lepszą wizualizację umieszczonych głębiej zmian patologicznych. Detektory DRX Plus są zaprojektowane, aby móc w przyszłości obsługiwać te zaawansowane aplikacje dzięki szybkości akwizycji dochodzącej do pięciu klatek o pełnej rozdzielczości na sekundę. (W TRAKCIE OPRACOWYWANIA: jeszcze niedostępne w handlu). Podwyższona szybkość akwizycji pozwoli również na szybszy dostęp do obrazu i skrócenie cyklu pracy przy zastosowaniu standardowych procedur obrazowania rzutu.

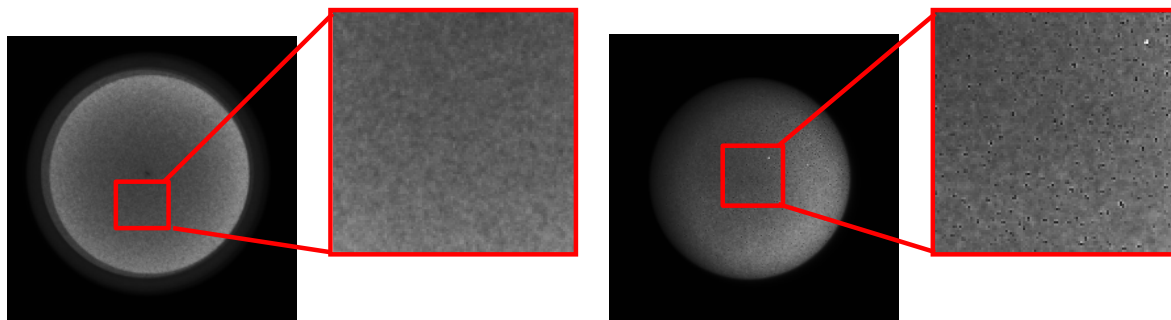
Lżejsza i trwalsza obudowa

Masa detektora DRX Plus została zmniejszona przy jednoczesnym zwiększeniu trwałości. Ten pakiet udogodnień oznacza większą odporność na obciążenia, upuszczenia oraz wodoodporność. W istocie detektory DRX Plus oferują poziom ochrony IPX7, co oznacza, że zgodnie z normą IEC 60529 są odporne na zanurzenie w wodzie na głębokość jednego metra na 30 minut bez ryzyka awarii. Pomimo, że taki stopień ochrony demonstruje trwałość urządzenia, zaleca się przestrzeganie dobrych praktyk

klinicznych, zakładających na przykład przechowywanie detektora w odpowiednim opakowaniu.

Jednym z punktów tolerancji obciążeń przez urządzenia jest to, że podczas pomiarów akceptowalnych obciążeń urządzenie musi być w stanie generować obrazy o dopuszczalnej jakości. Większość konkurencyjnych detektorów na rynku ma podane tolerancje na obciążenia, jednakże wskazują one wartości zapobiegające uszkodzeniu urządzenia, a nie gwarantujące wykonanie obrazowania podlegającego świadectwu dopuszczenia. Ważnym elementem budowy jest zapewnienie, że krytyczne elementy obrazujące będą działać zadowalająco pod obciążeniem, na przykład gdy pacjent leży na detektorze podczas procedury badania łóżkowego.

Rysunek 5 przedstawia jednorodność obrazu z detektora DRX Plus z prawidłowym sprzężeniem scyntylatora z przetwornikiem, pod obciążeniem 68 kg (150 funtów) na cylindrze o średnicy 4 cm, w porównaniu z mniej solidnie wykonanym przetwornikiem pod obciążeniem jedynie 23 kg (50 funtów). Dla obydwu urządzeń podana tolerancja na obciążenie wynosi 68 kg, jednakże można porównać istotne punkty niejednorodności obrazu dla urządzenia o gorszym połączeniu scyntylatora z przetwornikiem. Detektor C może być w stanie wytrzymać obciążenie 68 kg przed uszkodzeniem, jednakże pogorszenie jakości obrazu występuje już dla obciążenia rzędu 23 kg.



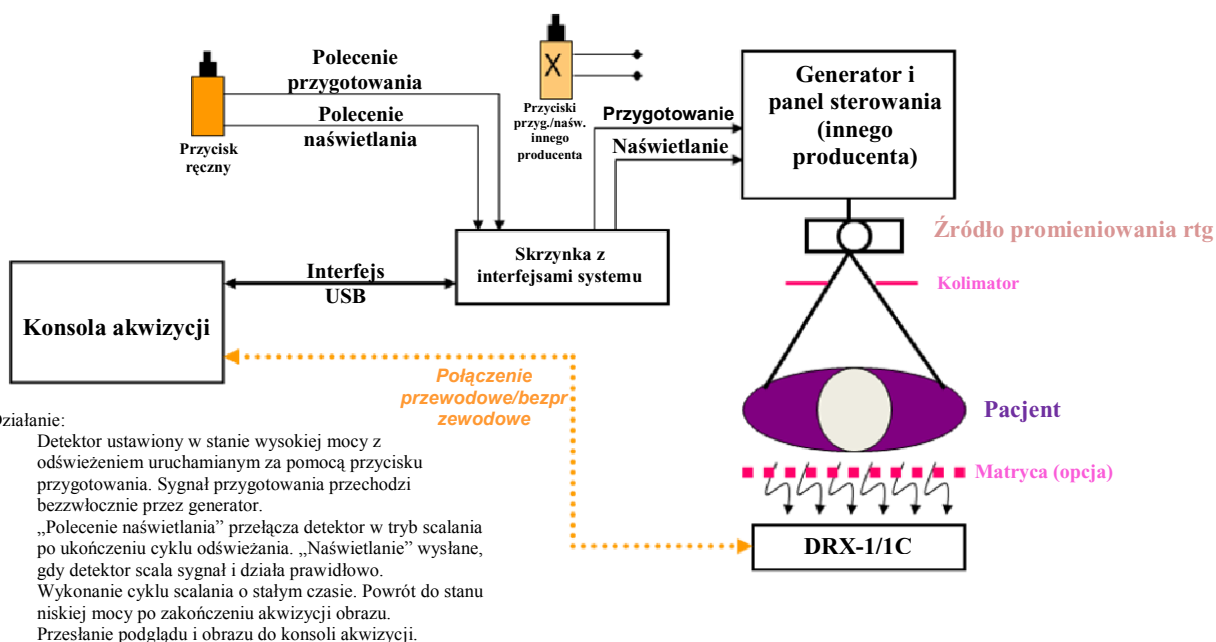
Rysunek 5: Obrazy detektorów obciążonych cylindrem: Urządzenie DRX Plus oraz detektor C

Opcje synchronizacji ekspozycji dla modernizowanych instalacji

Firma Carestream od lat dostarcza niezawodne i bezpieczne urządzenia, mając 11 000 zestawów DRX-1/1C zainstalowanych i działających w placówkach klientów. W przypadku modernizacji istniejących sal rentgenowskich wyposażonych w urządzenia analogowe lub radiologii komputerowej do techniki cyfrowej można skorzystać z opracowanej przez Carestream serii rozwiązań do synchronizacji ekspozycji „Direct

Connect”, którą można zastosować w ponad 160 typach analogowych systemów rtg.

Nowoczesna procedura modernizacji Direct Connect firmy Carestream wykorzystuje proste przejście przewodów ręcznego przycisku przygotowania/ekspozycji do zapewnienia synchronizacji cyklu pracy detektora z wybraną ekspozycją. Jest to przedstawione na Rysunku 6:



Rysunek 6: Synchronizacja wiązki rtg „Direct Connect”

Biała księga | Detektory DRX Plus firmy CARESTREAM

Metoda ta oferuje następujące korzyści:

- Zapewnienie gotowości detektora przed ekspozycją pacjenta
- Możliwie długie utrzymywanie detektora w trybie niskiego zużycia energii w celu zwiększenia czasu pracy na baterii
- Zapewnienie najwyższej możliwej jakości obrazu bez utraty ekspozycji

Jednakże uznaje się, że w pewnych sytuacjach możliwość podłączenia się do istniejących sygnałów przygotowania/ekspozycji w istniejącym systemie rtg będzie wyeliminowana. Z tego powodu wiele firm wprowadziło w życie koncepcję „uruchamiania na podstawie wiązki” lub „wykrywania wiązki”. Taką funkcjonalność oferuje wiele rozwiązań, każde z nich ma specyficzne wady i zalety. Ograniczenia konkurencyjnych systemów obejmują:

- Konieczność ekspozycji konkretnej części (zazwyczaj środka) detektora, ponieważ do wykrywania wiązki jest używany konkretny czujnik. W takim przypadku skupiona wiązka skierowana w pobliżu krawędzi obszaru obrazu nie spowoduje wyzwolenia cyklu akwizycji detektora.
- Minimalne progi ekspozycji mogą być wyższe niż używane w standardowych technikach: np. kolimacja musi wykraczać poza wielkość obiektu, aby zapewnić odpowiednią ekspozycję matrycy, lub też czasy ekspozycji muszą wynosić co najmniej 5 milisekund. W niektórych przypadkach użytkownik musi zdecydować, jakiej czułości detektora należy użyć przed ekspozycją pacjenta - jeżeli wybrana czułość jest zbyt niska, obraz może zostać nie zarejestrowany, natomiast wybranie zbyt wysokiej czułości spowoduje błędy wynikające z rejestracji zewnętrznego szumu elektromagnetycznego, zmian temperatury lub nawet delikatnego stuknięcia urządzenia.

- Ograniczony czas gotowości do rejestracji, gdy użytkownik żąda przygotowania się detektora na nadchodzącą wiązkę w ciągu jedynie kilku sekund oznacza, że polecenia przygotowania mogą być wysyłane bardzo często.

Wprowadzenie detektora DRX Plus pozwala na udoskonalenie tego trybu akwizycji do nowych poziomów wydajności. Budowa urządzeń Carestream pozwala na wykorzystanie całego obszaru akwizycji do wykrywania sygnału, a dostosowujące się wyzwalań zapewnia szybszą odpowiedź systemu niespotykaną wśród detektorów przenośnych. Instalacja DRX Plus obejmuje ciągłe skalanie sygnału, dzięki czemu nie występuje utrata ekspozycji. W niektórych z konkurencyjnych ofert wykrywanie sygnału trwa wiele milisekund, co oznacza utratę badania. Detektory DRX Plus firmy Carestream udowodniły możliwość niezawodnego rejestrowania akwizycji z użyciem wszystkich technik ekspozycji, również z kolimacją wiązki do rozmiaru skrajnego (4 x 10 cm) i umieszczeniem na dowolnej części powierzchni detektora oraz w szerokim zakresie warunków środowiskowych. Inteligentny algorytm wyzwalań wiązki wykrywa błędne bodźce wyzwalające, takie jak stuknięcia czy zewnętrzne szумы, zachowując przy tym skrajnie wysoką wrażliwość na promieniowanie rtg. Po uruchomieniu detektor DRX Plus może oczekiwać nawet kilka minut na wiązkę promieniowania rtg - czas ten jest ustawiany według woli użytkownika za pomocą programowanego czasu wyłączenia.

Firma Carestream zdecydowanie zaleca użycie metody synchronizacji Direct Connect, gdyż oferuje ona najlepszą jakość obrazu, najdłuższy czas pracy na baterii, a dzięki wykluczeniu ekspozycji gdy detektor nie jest gotowy także najbezpieczniejszy tryb pracy. Jeżeli jednak sytuacja w pracowni wymaga synchronizacji na podstawie wykrywania wiązki, obsługa tej metody przez detektory DRX Plus zapewni maksymalną niezawodność i doskonałą wydajność pracy.

Optymalizacja i wszechstronność

Firma Carestream dba o zamienność i współdzielenie detektorów DRX 1/1C oraz nowych detektorów DRX Plus między systemami w szerokim zakresie przenośnych, stałych i modernizowanych instalacji. W ten sposób użytkownik może skorzystać z nadzwyczajnej uniwersalności i możliwości optymalizacji cyklu pracy (dostarczenie detektorów tam, gdzie są najbardziej potrzebne), nadmiarowości gwarantującej pełną dyspozycyjność oraz braku niekompatybilności. DRX Plus oferuje funkcje, które będą współpracować z trybami obrazowania przyszłości, zachowując kompatybilność ze środowiskami DRX-1/1C: „Odpowiednie na dzisiaj, gotowe na jutro”.

DRX Plus – z dobrych stały się jeszcze lepsze

Firma Carestream rozpowszechniła koncepcje przenośnych, bezprzewodowych detektorów radiografii cyfrowej o wielkości kasety, a jej wiodąca pozycja pozwoliła obserwowanie sukcesu oryginalnego systemu DRX-1 i poznawanie nowych sposobów na jego udoskonalenie. Urządzenia DRX Plus stanowią 3 generację konstrukcji detektorów i odzwierciedlają praktyczne zastosowanie wiedzy i doświadczenia branżowego.

Karin Töpfer jest fizykiem obrazowania w laboratoriach badawczo-innowacyjnych firmy Carestream. Jest ona ekspertem w jakości obrazów medycznych oraz modelowania wydajności cyfrowych detektorów rentgenowskich. Dodatkowo zajmuje się ona projektowaniem cykli pracy, kalibracji obrazu oraz korekcji w przenośnych cyfrowych detektorach rtg.

Tim Wojcik jest liderem programu akwizycji obrazów radiograficznych w laboratoriach badawczo-innowacyjnych firmy Carestream. Ma ponad 38 lat doświadczenia w zakresie opracowywania, badań i wytwarzania produktów, a także prowadził wiele projektów związanych z radiologią cyfrową, komputerową oraz wydrukiem obrazów medycznych.