

## Vsakodnevna kontrola kakovosti mamografij

Urban Zdešar<sup>1</sup>, Sebastijan Korat<sup>2</sup>, Zvonko Krajnc<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, Slovenija, <sup>2</sup>Onkološki inštitut, Ljubljana, Slovenija

---

Preverjanje kakovosti v mamografiji, kot ga poznajo razvite države, je v Sloveniji šele na začetku. Gre za preproste meritve, s katerimi določamo vrednosti parametrov, ki vplivajo na kakovost mamografskih slik in dozo. Prispevek opisuje zasnovano program preverjanja kakovosti, ki ga izvajajo na radiološkem oddelku Onkološkega inštituta v Ljubljani. Prvi rezultati programa bodo pomagali predvsem razumeti razliko med normalnim spreminjanjem delovanja opreme in večjimi neujemanji in trendi. Prav pravočasno zaznavanje takšnih sprememb je glavni namen preverjanja kakovosti.

*Ključne besede: mamografija; kvaliteta, kontrola*

---

### Uvod

Kakovost v zdravstvu je povezana predvsem s skrbjo za bolnike oziroma njihovo oskrbo. V medicinski radiološki diagnostiki se pojem kakovosti zoži na kakovost diagnoze, ta pa je, poleg usposobljenosti in izkušenosti zdravnika radiologa, odvisna zlasti od kakovosti rentgenskih slik. Poleg tega je rentgensko slikanje, zaradi doze, ki jo pri slikanju prejme preiskovanec, povezano z določenim tveganjem. Zato o kakovostni rentgenski diagnostiki govorimo le v povezavi obeh zahtev oziroma ciljev:

- če je kakovost vseh slik takšna, da zdravniku omogočajo zanesljivo diagnozo, in
- če je doza na pacienta in osebje, ki sodeluje pri posegu, tako nizka, kot je to ob zahtevani kakovosti slik mogoče.

Naslov avtorja: Urban Zdešar, univ.dipl.inž.fiz.,  
Zavod za varstvo pri delu, Bohoričeva 2, 1000 Ljubljana, Tel: 43 20 253; Fax: 312 562; E-mail: urban.zdesar@zvd.si

Zagotavljanje kakovosti v rentgenski diagnostiki je vse, kar delamo, da bi zagotovili ta dva cilja. Zagotavljanje kakovosti vključuje stalno usposabljanje osebja, izbiro primerne opreme in primerno organiziranost celotne diagnostike.

Del zagotavljanja kakovosti je tudi preverjanje kakovosti. Gre za preverjanje vseh tistih delov diagnostičnega procesa, za katere pričakujemo, da se med vsakdanjim delom spreminjajo, in ki jih je mogoče meriti ali objektivno oceniti. Samo merjenje pa seveda ni dovolj. Potrebna je tudi pravilna interpretacija izmerjenih vrednosti in ukrepanje ob morebitnih razlikovanjih od pričakovanih/zadovoljivih vrednosti. Za to pa je potrebno znanje in izkušnje.

### Kako pripraviti program preverjanja kakovosti v mamografiji?

Prvi in morda najpomembnejši korak je odločitev za izvajanje takšnega programa. Odloči-

tev naj ne bo zgolj posledica zahtev, ki jih postavlja zakonodaja (ali jih še bo), ampak zavedanja o potrebnosti in pomembnosti kakovosti. Predvsem zdravnik radiolog bi se moral zavedati omejitve mamografske rentgenske diagnostike. Prepričanost, da če določenih sprememb na sliki ni videti, da jih potem tudi v slikani dojki ni, je lahko zelo zgrešena in celo škodljiva. Zaradi tehnično-tehnološke zahtevnosti mamografij lahko že najmanjše spremembe v delovanju opreme, tehniki slikanja ali obdelavi filmov bistveno vplivajo na kakovost mamogramov in tudi na prejeto dozo ionizirajočega sevanja. Zato je visoka in stalna kakovost predvsem v interesu zdravnika radiologa, ki je odgovoren za poseg in diagnozo, ki jo postavi. S programom preverjanja kakovosti ne preprečimo spreminjanja diagnostičnega sistema, poskušamo pa spremembe odkriti dovolj zgodaj, vsekakor pa prej, preden znatno vplivajo na kakovost kliničnih slik.

Naslednji korak je izbira parametrov, ki jih bomo preverjali, in pogostost preverjanj. Izbira temelji na oceni vpliva posameznih parametrov na kakovost in pričakovane pogostosti sprememb tega parametra. Zato različne parametre preverjamo različno pogosto. V tem prispevku se bomo posvetili predvsem pogostejšim, vsakodnevnim preskusom, manj pogosta preverjanja so natančneje opisana drugod.<sup>1,2</sup>

Izvajanje programa preverjanja kakovosti je povezano tudi z določenimi dodatnimi stroški. Ti vključujejo nakup potrebne opreme, za preverjanje porabimo nekaj dodatnih filmov in seveda časa. Vendar je skupni strošek v primerjavi s ceno diagnostičnega sistema zanemarljiv. Predvsem pa ceno odtehtajo zanesljive diagnoze.

### Kaj preverjati

Mamografska rentgenska diagnostika je trenutno najučinkovitejša metoda zgodnjega odkrivanja raka dojke. Tehnično gledano gre za

zelo zahteven radiografski poseg, saj od mamografskih slik zahtevamo dobro preglednost sprememb v mehkem tkivu in vidnost morebitnih mikrokalcinacij. Zato mora diagnostični proces zagotoviti visoko kontrastno ločljivost, nizek radiografski šum in visoko prostorsko ločljivost. Dobra kontrastna ločljivost in nizek šum zagotavljata, da so lezije, pomembne za odkritje morebitne bolezni, na sliki dovolj različne (različno počrnjene) od okoliškega tkiva. Dobra prostorska ločljivost pa zagotavlja dobro določene robove takšnih objektov in vidnost drobnih kalciniranih objektov. Kot je omenjeno v uvodu, je poleg kakovosti slik pomembna tudi sevalna obremenjenost pacientk. Zato mora program preverjanja kakovosti vsebovati tudi parameter, s pomočjo katerega lahko sklepamo doze.

### Kontrast

Kontrast na sliki je razlika v počrnitvi med objektom in njegovo okolico. Odvisen je od lastnosti objekta in tehnike slikanja (to združimo v lastni kontrast objekta) ter od lastnosti slikovnega detektorja – sistema radiografskega filma in ojačevalne folije.

Razlike v sestavi (atomskih številah) in gostoti različnih mehkih tkiv v dojki so zelo majhne in zadosten lastni kontrast dosežemo le z uporabo rentgenskega sevanja z razmeroma nizkimi energijami (25 kV – 35 kV). Vendar tudi tu ne gre brez kompromisa. Nižanje energije sicer povečuje lastni kontrast vendar se zaradi manjše prodornosti sevanja povečuje absorpcija v tkivu in s tem doza.

Lastnosti filma, ki vplivajo na kontrast na slikah, dobro opisuje počrnitvena krivulja. Ta pa je odvisna tudi od procesa razvijanja filma. Zaradi oblike počrnitvene krivulje oziroma odvisnosti počrnitve filma od količine sevanja, ki pride do radiografske kasete s filmom, je poleg izbire primerne tehnike slikanja zelo pomembna pravilna izbira ekspozicije. Pri mamografskih rentgenskih napravah primerne ekspozicijo zagotavljajo sistemi samodej-

ne izbire ekspozicije (AEC Automatic Exposure Control). Pri modernejših napravah pa je lahko samodejna tudi izbira tehnike (anodne napetosti in filtra) slikanja. Po naših izkušnjah so ti sistemi zelo zanesljivi, vendar le, če so primerno nastavljeni in prilagojeni radiografskim kasetam oziroma sistemu film – ojačevalna folija, ki je v uporabi.

Ocenjevanje kontrasta, ki ga je sposoben zagotoviti diagnostični sistem, je bistven parameter pri preverjanju kakovosti. Ker pa je ta v veliki meri odvisen od pravilne počrtnitve filma in je hkrati preprosto definiran, je prav povprečna počrtnitev slik tisti parameter s katerim merimo stabilnost sistema.

#### *Prostorska ločljivost*

Prostorska ločljivost sistema je odvisna predvsem od geometrijskih lastnosti sistema, velikosti gorišč in lastnosti sistema film – ojačevalna folija. Gre za parametre, ki so precej manj spremenljivi od parametrov, ki vplivajo na kontrast. Zato ocenjevanju prostorske ločljivosti posvečamo manj pozornosti oziroma zadoščajo manj pogoste meritve.

#### *Navzočnost artefaktov*

Artefakti so objekti na slikah, ki jih v slikani dojki ni. Gre lahko za posledice težav na katerem koli delu diagnostičnega sistema. Zelo pogosto so predvsem manjši artefakti posledica slabega vzdrževanja (čiščenja) opreme, zlasti razvijalne naprave. Kadar gre za manjše težave je takšne artefakte na kliničnih mamogramih težko opaziti, saj jih skrijejo anatomske značilnosti slikanega tkiva. Zelo dobro pa artefakte prikažejo slike homogenih objektov. Preprost homogen objekt je lahko že nekaj cm debela plošča iz pleksi stekla.

#### *Zapisovanje rezultatov*

Pomemben del preverjanja kakovosti je sistematično zapisovanje rezultatov meritev, a ga

pogosto zanemarjamo. Težava pri nas je, da smo z uvajanjem preverjanja kakovosti šele začeli in še nimamo dovolj izkušenj. Zato je učinkovit sistem vodenja evidenc še toliko pomembnejši. Le tako lahko dobimo širši vpogled v dolgoročno vedenje opreme oziroma merjenih parametrov. Manjše spreminjanje posameznih parametrov je povsem normalno, vendar se razlikuje od opreme do opreme. Namen sistema preverjanja kakovosti je zaznati večja neujemanja in morebitne trende. Ločevanje takšnih sprememb od normalnega delovanja opreme pa bomo dosegli le, če dobro poznamo normalno delovanje in pričakovana manjša nihanja.

Pri zapisovanju rezultatov so zelo uporabni preprosti obrazci (tabele na papirju ali v obliki računalniške datoteke), kamor se vpišejo rezultati preskusov. Obrazci morajo vsebovati vse potrebne informacije o preskusu, kljub temu pa naj bodo čim bolj preprosti za uporabo. Ne pozabimo na različne opombe, ki pozneje pogosto pojasnijo različne nenavadne rezultate oziroma neujemanja s pričakovanimi vrednostmi. Prednost obrazcev na papirju je preprosto vpisovanje podatkov, vnašanje podatkov v računalnik pa daje možnost hitrega analiziranja.

#### *Analiza neuporabnih in slabih slik*

Shranjevanje in analiza neuporabnih kliničnih slik sta zelo učinkovit način nadzora nad kakovostjo, s katerim je mogoče uspešno zmanjšati število napak. Neuporabne slike zbiramo in glede na vrsto napake razdelimo v različne kategorije (npr. film je pod ali preeksponiran, težave s pozicioniranjem, nezadostna kompresija, premikanje pacientke). Po določenem času oziroma številu opravljenih preiskav rezultate analiziramo. Tako zlahka poiščemo pogostejše vrste napak, od tod sklepamo kaj je njihov vzrok, in ga poskušamo odpraviti. Hkrati so takšne slike nenadomestljiv učni pripomoček pri uvajanju novega osebja v delo diagnostike.

Pri tem naj poudarim, da je glavni namen analize neuporabnih slik izboljšanje kakovosti in ne iskanje krivcev za napake. Tega se morajo zavedati tako odgovorni zdravniki kot tudi radiološki inženirji, saj samo z medsebojnim zaupanjem lahko dosežemo izboljšanje kakovosti.

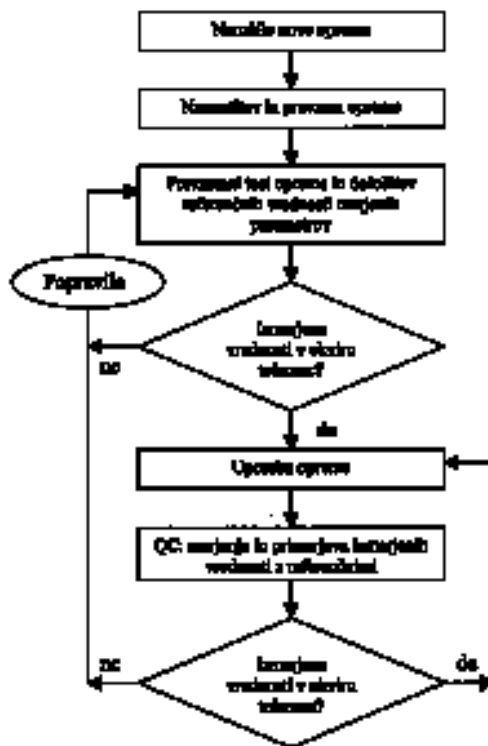
### Izvajanje programa preverjanja kakovosti

Zagotavljanje kakovosti se začne z naročanjem nove opreme. Tu je smiselno sodelovanje vseh, ki bodo sodelovali pri mamografiji (zdravnik radiolog, radiološki inženir in medicinski fizik). Ob montaži opreme moramo narediti prve preskuse opreme in ugotoviti, ali oprema ustreza naročilu oziroma specifikaciji proizvajalca. Ko smo zadovoljni z delovanjem opreme določimo začetne referenčne vrednosti in tolerančne meje za parametre, ki jih nameravamo pozneje redno spremljati. Pri rednih preskusih potem izmerjene vrednosti primerjamo z referenčnimi vrednostmi. Če ugotovimo, da so izmerjene vrednosti zunaj toleranc, moramo ukrepati – ugotoviti vzrok razlikovanja in ga odstraniti. Najpogosteje to lahko storimo sami, če pa je težava večja, pokličemo pooblaščenega serviserja opreme. Shema poteka preverjanja kakovosti je na Sliki 1.

Prvi del preverjanja, ki vključuje zahtevnejše meritve (od prevzemnega preskusa po namestitvi opreme do določitve referenčnih vrednosti), opravi pooblaščen medicinski fizik v sodelovanju z osebjem diagnostike. Pogostejša redna preverjanja pa opravlja osebje diagnostike, navadno radiološki inženirji.

#### Negotovost pri preskusih (natančnost in točnost)

Vsaka meritev je obremenjena z določeno merilno negotovostjo. Pri preskusih naletimo na dve vrsti negotovosti oziroma napak. Prva vrsta napak so sistematske napake. Te so posledica različnih dejavnikov, ki vplivajo na



Slika 1. Shema poteka preverjanja kakovosti od naročanja opreme do redne uporabe in preverjanj.

meritev. Posledica sistematičnih napak je netačnost meritve oziroma odmik merjene vrednosti od prave. Težava pri sistematičnih napakah je, da se jih pogosto sploh ne zavedamo. Druga vrsta – naključne napake – pa vplivajo na natančnost meritve. Analiziramo jih lahko s ponavljanjem meritev.

Z meritvami parametrov preverjanja kakovosti moramo zaznati trende in večje odmike od referenčnih vrednosti. V tem primeru ima natančnost prednost pred točnostjo, saj ni zelo pomembna prava vrednost nekega parametra, ampak predvsem njegova stalnost oziroma spreminjanje. Merilna oprema mora imeti zato predvsem dobro ponovljivost. Pomembno je tudi, da merjene parametre izberemo tako, da je skupna negotovost pri posameznem merjenem parametru precej manjša od tolerančne območja meritev. Če ni tako,

lahko zgolj zaradi napake pri meritvi označimo vrednost merjenega parametra kot nesprejemljivo.

### Vsakodnevno preverjanje kakovosti na radiološkem oddelku Onkološkega inštituta v Ljubljani

Vsakodnevna preverjanja, ki jih izvaja osebje radiološkega oddelka Onkološkega inštituta v Ljubljani, lahko razdelimo v dva večja sklopa. Prvi sklop predstavlja redni nadzor razvijalnih naprav oziroma obdelave filmov in je opisan v drugem prispevku. V drugi sklop pa sodi preverjanje lastnosti celotnega diagnostičnega sistema, ki temelji na slikanju in analizi slik mamografskega fantoma. Mamografski fantom (ACR mammography accreditation

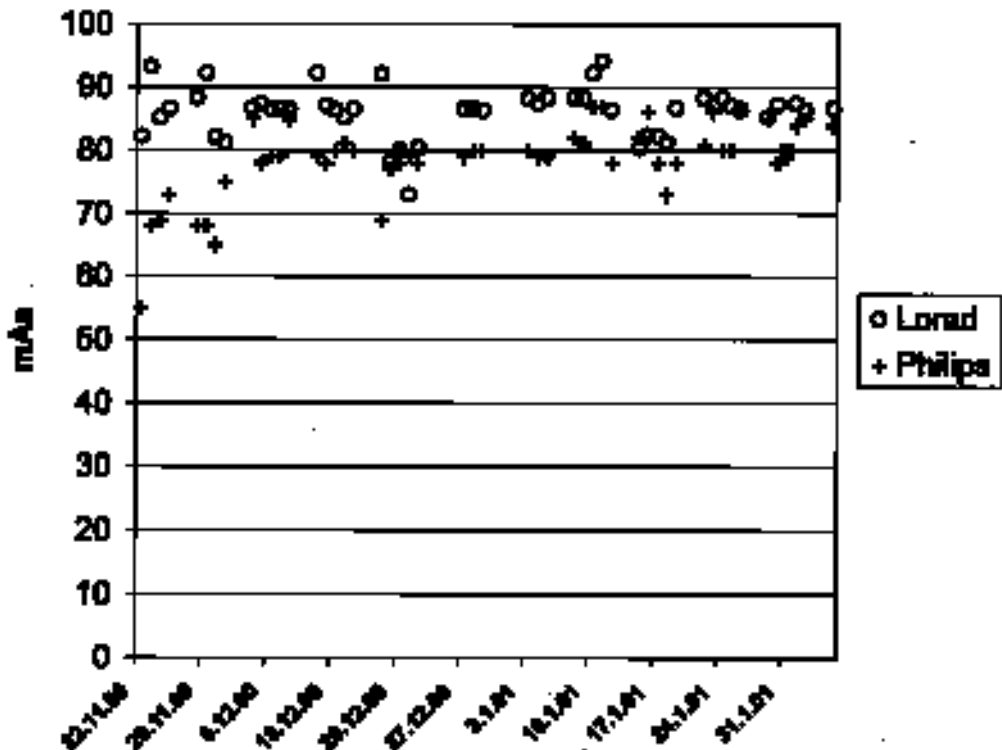
phantom) slikajo na dveh mamografskih napravah: starejši Philips Mamodiagnost in novejši Lorad M-IV. Pri tem radiološki inženjerji vsakodnevno določijo:

- uporabljeno ekspozicijo (mAs),
- povprečno počrnitev slik in
- kontrast.

Zaradi strukture fantoma pa je hkrati na teh slikah mogoče opaziti že morebitne manjše artefakte. Redno preverjanje poteka od konca leta 2000, prve ugotovitve pa so strnjene v nadaljevanju.

#### Ekspozicija

Moderne mamografske rentgenske naprave pri slikanju uporabljajo sisteme samodejne kontrole ekspozicije. Ekspozicija je odvisna od debeline in sestave slikane dojke in od



Slika 2. Grafični prikaz rednega spremljanja ekspozicije (mAs) pri slikanju mamografskega fantoma (ACR mammography accreditation phantom) na dveh mamografskih napravah na Onkološkem inštitutu v Ljubljani: Lorad M-IV in Philips Mamodiagnost.

uporabljene tehnike (anodne napetosti in filtra). Po slikanju se na prikazovalniku naprave izpiše tokovni sunek (mAs), ki je merilo za ekspozicijo oziroma količino sevanja, ki ga je naprava izsevala. Ta je tudi osnova za izračun prejete doze.

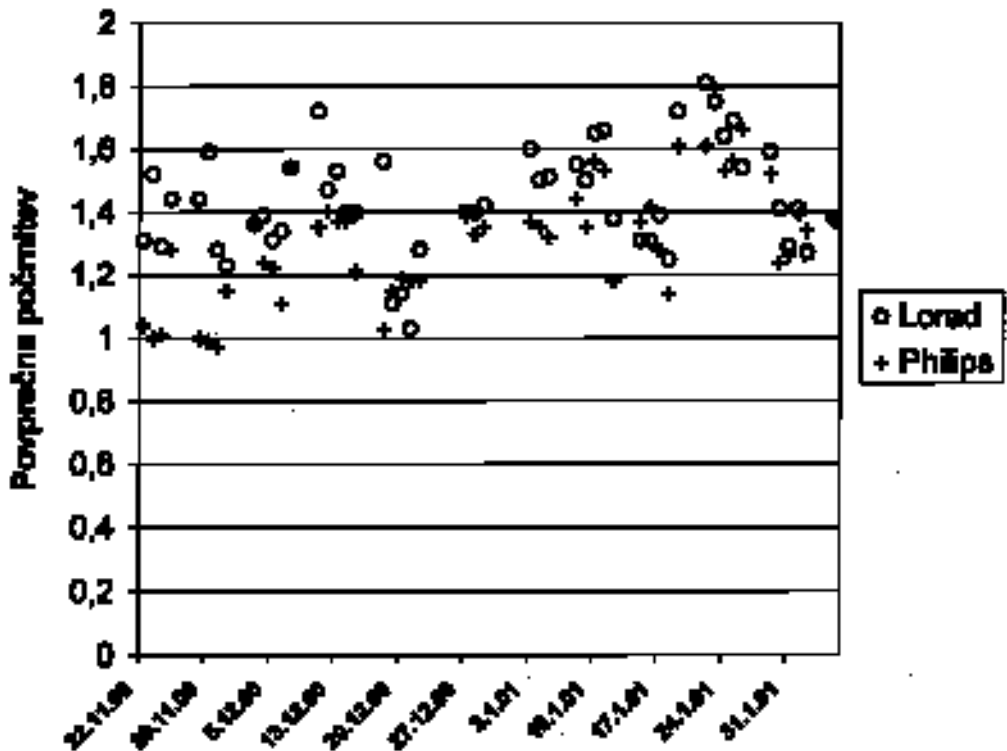
Pri preverjanju ekspozicije nas je nekoliko presenetilo njeno razmeroma veliko spreminjanje od enega do drugega dneva. Čeprav, vedno slikajo isti objekt, razlikovanja vsakodnevni ekspozicij od povprečja (2 standardni neujemanjiji) dosežejo skoraj 10 % na novejši napravi in več kot 15 % na starejši.

#### Povprečna počrtnitev slik

Primerna povprečna počrtnitev mamografskih slik je pomembna zaradi zahtevane kontra-

stnosti slik. Povprečno počrtnitev izmerimo vedno na istem mestu na sliki fantoma in se tako izognemo morebitnim manjšim razlikam v strukturi fantoma.

Pri povprečni počrtnitvi slik mamografskega fantoma je opaziti rahel dvig na obeh napravah. Ta je večji pri strejši napravi, pri kateri je bila povprečna počrtnitev na začetku nekoliko nižja (Lorad: 1,3 OD in Philips 1,2 OD). Ob koncu januarja pa se vrednosti približajo (Slika 3). Vsakodnevno spreminjanje povprečne počrtnitve na vsaki od naprav je razmeroma veliko. Po priporočilih naj razlikovanja glede na srednjo vrednost ne bi presejala 0,15 OD. Deloma bi variacije lahko znižali z uporabo ene same radiografske kasete. Tudi tu lahko opazimo nekoliko večjo variabilnost pri starejši napravi: standardno ra-



Slika 3. Grafični prikaz rednega spremljanja povprečne počrtnitve slike mamografskega fantoma (ACR mamography accreditation phantom) na dveh mamografskih napravah na Onkološkem inštitutu v Ljubljani: Lorad M-IV in Philips Mamodiagnost. Pri obeh napravah je opaziti rahel trend dviganja povprečne počrtnitve, predvsem pa se vrednosti na obeh napravah približujejo.

zlikovanje od povprečja znaša 0,16 OD na Loradovi in 0,19 OD na Philipsovi napravi.

### Kontrast

Kot merilo za kontrast je mogoče uporabiti razliko v počrtnitvi dveh delov na sliki. Če za to uporabljamo sliko mamografskega fantoma, poiščemo takšni dve področji, da bo razlika čim večja. Vendar je pri slikah fantoma, ki ga uporabljajo na Onkološkem inštitutu, največja razlika med počrtnitvama dveh področij (homogen del in simulacija tumorja) znašala le približno 0,10 OD. To pa je zaradi merilne negotovosti premalo, da bi bilo mogoče ta parameter uporabiti kot dobro merilo za kontrast.

### Zaključek

S preverjanjem kakovosti v mamografiji, kot ga poznajo razvite zahodne države, v Sloveniji šele začenjamo. Za učinkovit sistem nadzora nad kakovostjo potrebujemo znanje in tudi določene izkušnje. Program preverjanja kakovosti mora imeti zelo jasne cilje oziroma namen, poleg tega pa mora biti program vsaj na začetku zasnovan preprosto, tako da ne zahteva preveč dodatnega dela za osebje, ki ga bo izvajalo. Zelo pomembno je dobro dokumentiranje podatkov, saj pripomore k razumevanju delovanja opreme oziroma pričakovanih in nepričakovanih neujemanj glede na spremljane parametre. Pogosto namreč nimamo na voljo univerzalnih standardov, po katerih bi izvajali meritve, in tudi ne vrednosti, ki naj bi jih imeli merjeni parametri. Vse to si moramo izdelati sami. Pomembna je tudi dobra povezava med zdravnikom inženirjem radiologije in medicinskim fizikom, saj se vsak spozna na del sistema kakovosti in je zanj odgovoren.

S programom preverjanja kakovosti je radiološki oddelek Onkološkega inštituta nare-

dil prvi večji korak v smeri rednega nadzora kakovosti v mamografiji. Prvi rezultati bodo pomagali predvsem razumeti razliko med normalnim spreminjanjem delovanja opreme in večjimi razlikovanji in trendi. Šola mamografske diagnostike je odlična priložnost za izmenjavo prvih izkušenj na tem področju.

### Literatura

1. European Commission. *European guidelines for quality assurance in mammography screening*. Luxembourg, 1996.
2. Law J, Dance DR, Faulkner K, Fitzgerald MC, Ramsdale ML, and Robinson A. *The commissioning and routine testing of mammographic X-ray systems*. The Institute of Physical Sciences in Medicine (York). Report No. 59, 2nd edition, 1994.