

Strokovni članek

KONTROLA KAKOVOSTI NEGATOSKOPOV

Professional Article

QUALITY CONTROL OF VIEWING BOXES

Mateja Malin, dipl. inž. rad.

mateja.malin@gmail.com

asist. Nejc Mekiš, dipl. inž. rad.

Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

doc. dr. Damijan Škrk, univ. dipl. fiz.

Uprava Republike Slovenije za varstvo pred sevanji, Ajdovščina 4, 1000 Ljubljana

IZVLEČEK

Uvod: Kontrola kakovosti negatoskopov zajema meritve svetilnosti in homogenosti svetilnosti negatoskopov ter osvetljenost prostora, kjer se negatoskop nahaja. WHO (1992), CEC (1997, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) in IPEM (2005) priporočila določajo meje sprejemljivosti zgoraj omenjenih parametrov.

Namen: Namen članka je bil izvesti meritve navedenih parametrov in oceniti, v kolikšni meri lastnosti negatoskopov v treh izbranih slovenskih bolnišnicah ustrezajo mednarodnim priporočilom.

Metode dela: V raziskavo so bile vključene tri večje slovenske bolnišnice, parametri so bili pridobljeni na skupno 37 negatoskopih na deloviščih radioloških inženirjev. Za izvedbo meritev svetilnosti negatoskopov in osvetljenosti prostorov je bil uporabljen ustrezen umerjen merilnik Light-O-Meter. Za izračun homogenosti svetilnosti se uporabi ustrezna formula.

Rezultati in razprava: Minimalne standarde povprečne svetilnosti dosega 51% negatoskopov, homogenosti svetilnosti 72%, osvetljenost prostorov pa je primerna v 76%, kjer se nahajajo negatoskopi.

Sklep: Kljub boljšim rezultatom v primerjavi s sorodnimi raziskavami, še vedno obstajajo možnosti za izboljšave. Zato so predlagani ukrepi za izboljšanje delovanja negatoskopov. V obseg programa kontrole kvalitete na radiološki diagnostiki bi bilo potrebno vključiti tudi kontrolo kvalitete negatoskopov.

Ključne besede: negatoskop, svetilnost negatoskopa, homogenost svetilnosti negatoskopa, osvetljenost prostora.

ABSTRACT

Introduction: Quality control of viewing boxes consists of measurements of viewing box brightness, viewing box brightness uniformity and ambient lighting levels in radiographer viewing areas. WHO (1992), CEC (1997, according to McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) and IPEM (2005) recommendations determine the acceptable levels of the above mentioned parameters.

Purpose: The purpose of this article was to measure the brightness and brightness uniformity of viewing boxes and ambient lighting levels in three Slovenian hospitals and to compare the results with the international recommendations.

Methods: Three major Slovenian hospitals were included in this study. The parameters were acquired on 37 viewing

boxes in radiographer viewing areas. An appropriate calibrated meter Light-O-Meter was used for the measurements and a recommended equation was used to calculate brightness uniformity.

Results and discussion: 51 % of the viewing boxes met the minimum standards of the average viewing box brightness, 72 % of the viewing boxes met the minimum standards for brightness uniformity and 76 % of radiographer viewing areas met the criteria for the ambient lighting level.

Conclusion: This study showed that the measured parameters of viewing boxes included in this article were better than the results from other studies and for that the measures to improve the functioning of viewing boxes were suggested. It is necessary to include the quality control of viewing boxes in the quality control programme at the diagnostic radiology department.

Key words: viewing box, viewing box brightness, viewing box brightness uniformity, ambient lighting level.

UVOD

Učinkovitost diagnosticiranja na radioloških oddelkih je pogojena z interpretacijo rentgenskih slik, na kar pa zelo vplivajo pogoji, pri katerih so te rentgenske slike odčitane (McCarthy in Brennan, 2003). Zato je pomembno redno nadzirati kakovost negatoskopov in rezultate nadzora primerjati z veljavnimi standardi. Trenutno veljavni standardi oziroma priporočila so na primer: CEC (1997), WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), standardi NORDIC (1999) in IPEM (2005) (tabela 1).

Tabela 1: Priporočene vrednosti svetilnosti, homogenosti svetilnosti negatoskopov in ravni osvetljenosti prostorov, v katerih se odčitavajo rentgenske slike.

| | Svetilnost (cd/m ²) | Homogenost svetilnosti (%) | Osvetljenost prostora (lux) |
|---------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| WHO (1992) | 1500-3000 | ≤15 | ≤100* |
| CEC (1997) | ≥1700 | ≤30 | ≤50** |
| NORDIC (1999) | 1500-3000 | ≤15 | ≤100* |
| IPEM (2005) | 1500-3000 | ≤20 | ≤100* |

* merjeno 30 cm od negatoskopa

** merjeno 1 m od negatoskopa

V primeru negatoskopov do odstopanj lahko pride zaradi enega ali več od naslednjih vzrokov (McCarthy in Brennan, 2003):

- zaradi pregorelih žarnic,
- zaradi umazane površine negatoskopa, ali
- zaradi neenakih tipov žarnic ali njihove barve svetlobe.

Bentayeb et al. (2009) navajajo, da je rentgenska slika, kot jo vidi zdravnik, posledica treh korakov: eksponiranja filma, njegovega razvijanja in negatoskopa, kjer se slika pregleda. Zadnje je pogosto zapostavljeno, saj lahko do napake v interpretaciji rentgenske slike pride tudi zaradi slabega delovanja negatoskopa. Kljub temu, da so bili ekspozicijski pogoji pravilno nastavljeni in ni prišlo do napak pri razvijanju rentgenskega filma, lahko zdravnik radiolog spregleda pomembne detajle in napiše napačno diagnozo zaradi nepravilnosti pri delovanju negatoskopa. Prav zaradi tega je potrebno pozornost nameniti tudi izvajanju kontrole kakovosti naprav za odčitavanje in pregledovanje rentgenskih slik ter prostorov, kjer se interpretiranje izvaja. Ambientna svetloba je svetloba v prostoru, kjer se interpretira rentgenske slike, merjena je v bližini izklopljenega negatoskopa v enoti lux (McCarthy, Brennan, 2003). Premočna ambientna svetloba ima škodljiv učinek na gledanje normalnih in nenormalnih struktur na rentgenskih slikah (Balter, 2005, cit. po Brennan in sod. 2007). Premočna svetloba, ki se odseva od negatoskopa ali monitorja, poveča svetlost v temnih prostorih, kar pa se odraža v zmanjšani kontrastni ločljivosti (Uffmann et al., 2005, cit. po Brennan et al., 2007). Prešibka luč prav tako ovira naravno sposobnost človeškega očesa, da se popolnoma navadi na svetlobo, oddano skozi film iz negatoskopa ali iz monitorja (Brennan et al., 2007).

Nizka raven svetilnosti, nehomogenost svetilnosti negatoskopov ali neustrezna osvetljenost diagnostičnega prostora so glavni vzroki, zaradi katerih radiolog lahko spregleda pomembne detajle na rentgenski sliki, ki lahko povzročijo napačno diagnozo.

NAMEN

Namen je bil izmeriti svetilnost negatoskopov, homogenosti njihove svetilnosti in osvetljenost prostorov, kjer se le-ti nahajajo. Izmerjene parametre smo primerjali z naslednjimi priporočili oziroma standardi: CEC (1997), NORDIC (1999), WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003) in IPEM (2005).

METODE DELA

Vse meritve kakovosti negatoskopov so bile izvedene na radioloških oddelkih treh večjih slovenskih bolnišnic. Te bolnišnice bodo v nadaljevanju označene kot bolnišnice A, B in C. Izmerjena je svetilnost negatoskopov, njihova homogenost in svetlost v prostoru, v katerem je negatoskop. Skupno smo izmerili potrebne parametre na 37 negatoskopih. Izvedenih je bilo 250 meritev svetilnosti negatoskopov, 148 izračunov homogenosti in 74 meritev osvetljenosti prostora, kjer se nahaja negatoskop na razdalji 30 cm in na razdalji 1 m od negatoskopa.

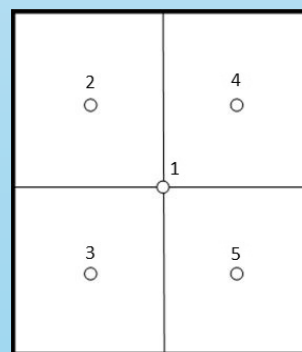
Svetilnost negatoskopa je definirana kot jakost svetlobe na enoto merjene površine v candelah na kvadratni meter (cd/m^2). Osvetlitev je svetlobni tok, ki se meri v enoti lux (Bentayeb et al., 2009).

Homogenost je definirana kot stalno, nespreminjajoče stanje, v primeru homogenosti svetilnosti negatoskopa to pomeni, da je po vsej površini negatoskopa enaka vrednost izmerjene svetilnosti ali pa vrednost, ki odstopa od referenčnih vrednosti, vendar ostaja v mejah sprejemljivega (McCarthy in Brennan, 2003).

Osvetljenost je svetloba v prostoru, kjer zdravniki radiologi interpretirajo rentgenske slike, merjena je v bližini izklopljenega negatoskopa v enoti lux (McCarthy in Brennan, 2003).

Svetilnost negatoskopa

Svetilnost negatoskopa je bila izmerjena z merilnikom Light-O-Meter (Unifors Instruments, Billdal, Sweden), tip P10 (serijska številka 1432) na petih mestih na negatoskopu. Prva vrednost je bila izmerjena v centralnem delu negatoskopa, ostale štiri pa na periferiji negatoskopa na sredini izbranega dela, kot prikazuje slika 2 (Bentayeb et al., 2009). Najprej se izmeri svetilnost v cd/m^2 tako, da se nasloni del merilnika svetilnosti na določeno mesto na negatoskopu. Vse vrednosti negatoskopov so bile izmerjene pri najvišji možni jakosti. Pri negatoskopih, ki omogočajo vklop in izklop posameznih delov negatoskopa je izmerjen vsak del posebej. Povprečna svetilnost negatoskopa se izračuna kot povprečje vseh petih izmerkov.



Slika 1: Skica merilnih točk pri merjenju svetilnosti negatoskopa (Bentayeb et al., 2009).



Slika 2: Primer merjenja svetilnosti negatoskopa.

Homogenost svetlobe negatospoka

Homogenost svetilnosti negatospoka je izračunana iz najvišjih in najnižjih izmerjenih vrednosti za vsak negatospok posebej. Homogenost je definirana kot največje odstopanje svetilnosti, izražena v odstotkih in izračunana po naslednji formuli:

$$\text{Homogenost (\%)} = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{C_{\max} + C_{\min}} \times 100,$$

kjer je C_{\max} enak največji vrednosti svetilnosti, C_{\min} pa predstavlja najnižjo vrednost svetilnosti (NEMA, 1980, cit. po McCarthy in Brennan, 2003; Nyathi et al., 2008). IPEM, poročilo 91 (Hiels et al., 2005) pa podaja za izračun homogenosti drugo formulo:

$$\text{Homogenost (\%)} = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{C_{\max} + C_{\min}} \times 200.$$

Formuli se razlikujeta v faktorju, s katerim pomnožimo kvocient razlike in vsote največje in najmanjše vrednosti svetilnosti negatospoka.

Osvetljenost prostorov

Osvetljenost v radioloških prostorih, kjer se nahaja negatospok je merjena na razdalji 30 cm od površine ugasnjenega negatospoka (WHO 1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003; NORDIC 1999, IPEM 2005). Izmerjene vrednosti so izražene v enoti lux. Priporočila CEC (1997) priporočajo izvedbo meritve osvetljenosti na razdalji 1 m od površine izklopljenega negatospoka.



Slika 3: Primer merjenja osvetljenosti prostora na razdalji 30 cm od površine negatospoka.

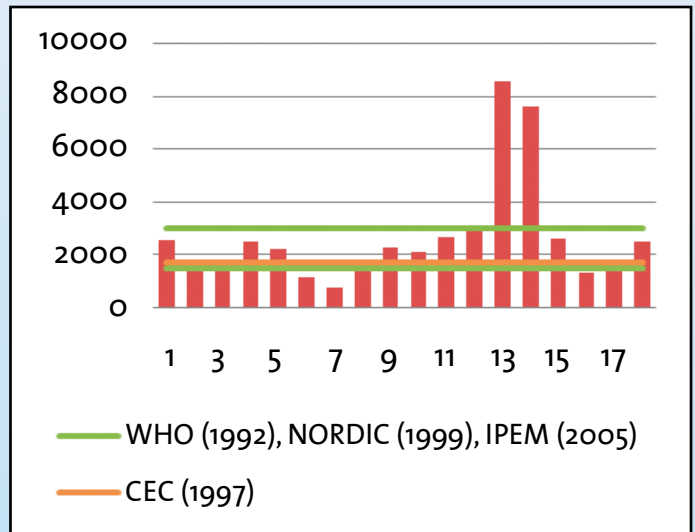
REZULTATI IN RAZPRAVA

Izmerili smo vrednosti svetilnosti negatospokov, njihove homogenosti in osvetljenosti prostorov in jih primerjali s priporočenimi standardi.

Svetilnost negatospokov

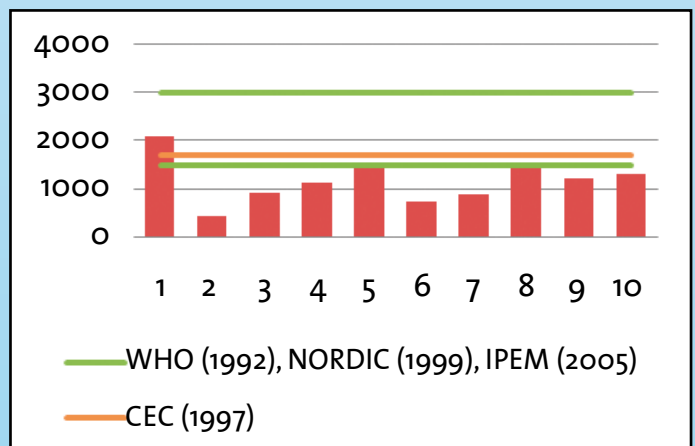
V bolnišnici A je bilo izvedenih 155 meritev svetilnosti na 18 negatospokih. Kot je razvidno z grafa 1 šest od osemnajstih negatospokov ne dosega WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) in IPEM (2005) priporočil, ki priporočajo vrednosti med 1500 in 3000 cd/m². Priporočila CEC (1997) o doseganju svetilnosti, ki naj bi bilo

večje ali enako 1700 cd/m² ustreza šest negatospokov od osemnajstih.



Graf 1: Povprečna svetilnost negatospokov v bolnišnici A.

Na radiološkem oddelku bolnišnice B so bile meritve izvedene na 10 negatospokih. Kot je razvidno z grafa 2 sedem negatospokov od desetih ne dosega WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) in IPEM (2005) priporočil. Samo negatospok številka 1 ustreza priporočilom CEC (1997).

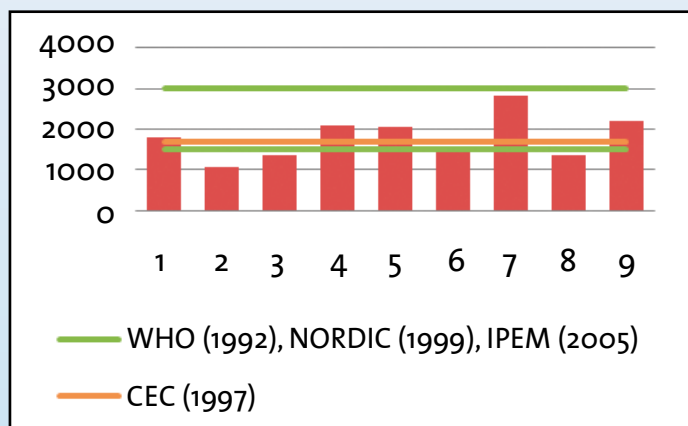


Graf 2: Povprečna svetilnost negatospokov v bolnišnici B.

V bolnišnici C smo preverjali devet negatospokov. Iz grafa 3 je razvidno, da dve tretjini izmerjenih negatospokov dosega priporočila WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) in IPEM (2005). CEC (1997) priporočila dosega pet od devetih negatospokov.

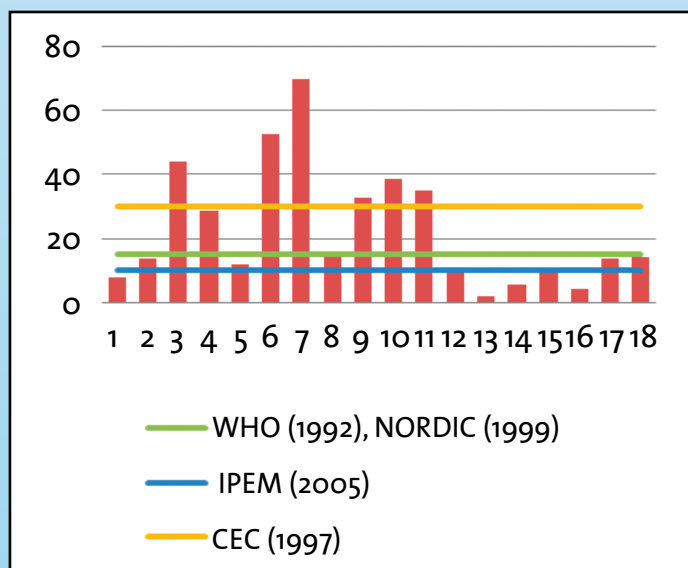
Homogenost svetilnosti negatospokov

Homogenost svetilnosti negatospoka smo izračunali iz izmerjenih vrednosti po opisani formuli (NEMA, 1980, cit. po McCarthy in Brennan, 2003). Po priporočilih WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003) in NORDIC (1999) naj bi bila homogenost svetilnosti negatospoka manjša ali enaka 15%. Priporočila CEC (1997) so manj stroga in priporočajo homogenost svetilnosti negatospoka manjšo ali enako 30%.



Graf 3: Povprečna svetilnost negatoskopov v bolnišnici C.

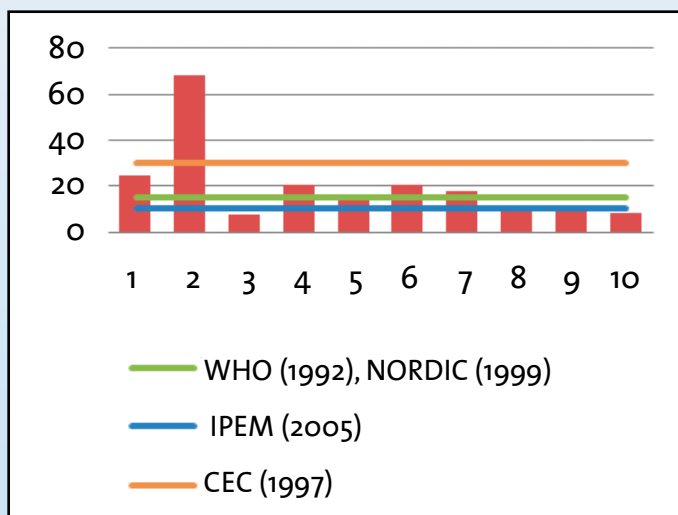
Najstrožja so priporočila IPEM (2005), ki podajajo mejo pri 20% pri nekoliko drugačnem izračunu. Če za izračun homogenosti svetilnosti negatoskopa po priporočilih IPEM uporabimo isto formulo kot pri ostalih priporočilih, bi to pomenilo, da mora biti homogenost svetilnosti negatoskopa manjša ali enaka 10%. Na grafih v nadaljevanju je zaradi primerljivosti z ostalimi standardi kot mejna vrednost priporočila IPEM (2005) prikazana homogenost svetilnosti negatoskopov 10%.



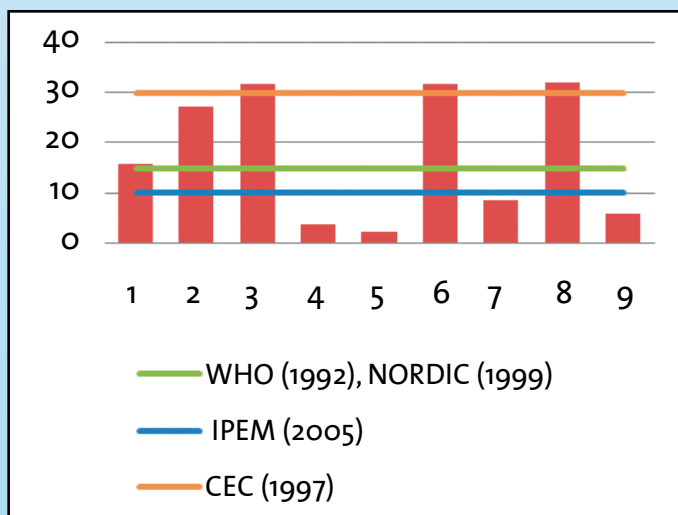
Graf 4: Homogenost svetilnosti negatoskopov v bolnišnici A.

Graf 4 prikazuje izračunane homogenosti svetilnosti 18 negatoskopov v bolnišnici A. Šest negatoskopov od osemnajstih ne ustreza nobenemu od priporočil, po drugi strani pa samo pet negatoskopov ustreza najstrožjim IPEM (2005) priporočilom. WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003) in NORDIC (1999) standarda, kot standarda z srednjo mejo sprejemljivosti, dosega 11 izmerjenih negatoskopov.

V bolnišnici B smo preverjali 10 negatoskopov. Iz grafa 5 je razvidno, da 6 izmerjenih negatoskopov ustreza priporočilom WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003) in NORDIC (1999), priporočilu IPEM (2005) pa ustrezajo trije od desetih negatoskopov v bolnišnici B.



Graf 5: Homogenost svetilnosti negatoskopov v bolnišnici B.



Graf 6: Homogenost svetilnosti negatoskopov v bolnišnici C.

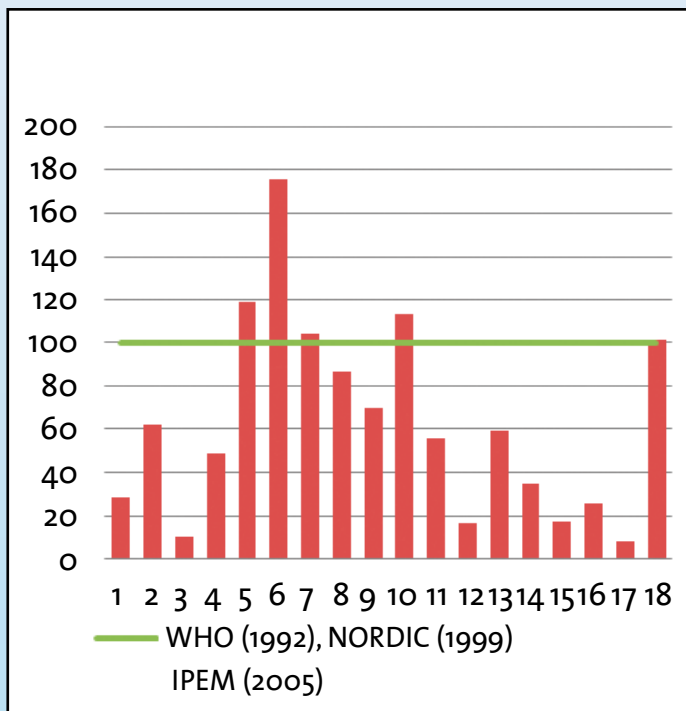
Graf 6 prikazuje izračunane homogenosti svetilnosti za 9 negatoskopov v bolnišnici C. Iz grafa je razvidno, da trije negatoskopi presegajo priporočila CEC (1997). Štirje negatoskopi od devetih ustrezajo WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003) in NORDIC (1999) priporočilom. Najstrožjemu IPEM (2005) priporočilu pa prav tako ustrezajo le štirje negatoskopi bolnišnice C.

Najverjetnejši vzrok za nehomogenost svetilnosti negatoskopov so nedelujoče žarnice, zato bi jih bilo potrebno zamenjati in tako zagotoviti, da bo negatoskop deloval v skladu s priporočili.

Raven osvetljenosti prostora, kjer se nahaja negatoskop

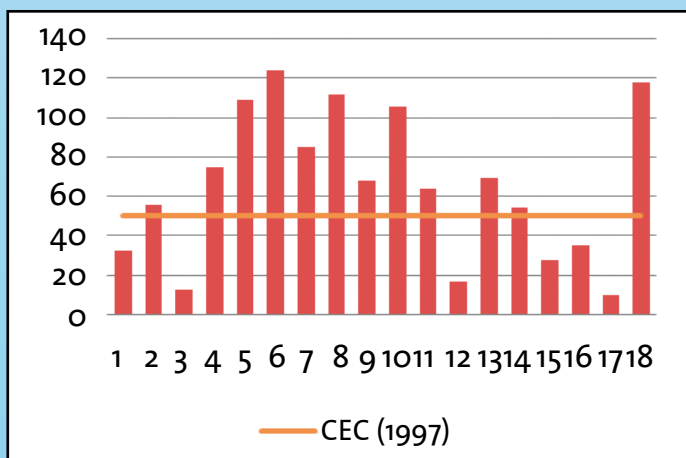
Tretji parameter, ki vpliva predvsem na kakovost gledanja in interpretacije rentgenskih slik, je osvetljenost prostora, kjer se nahaja izbran negatoskop. Priporočila WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) in IPEM (2005) glede osvetljenosti prostora navajajo vrednost manjšo ali enako 100 lux na razdalji 30 cm od površine negatoskopa. Standard CEC (1997) priporoča, da naj osvetljenost ne

presega 50 lux na razdalji enega metra od izklopljenega negatoskopa.



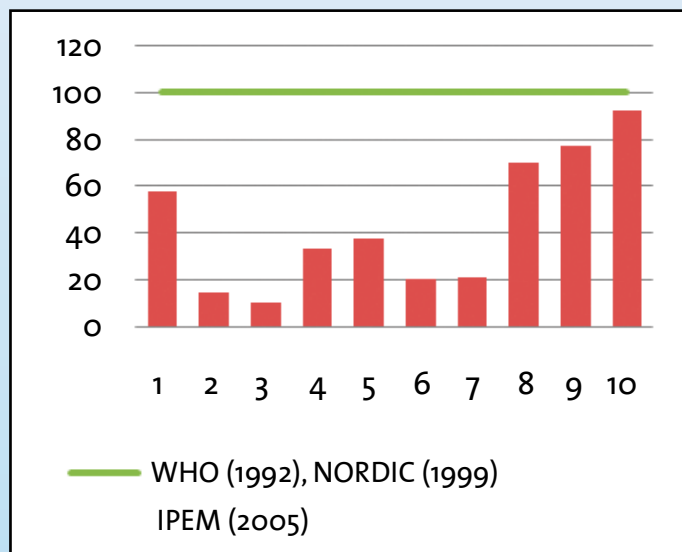
Graf 7: Osvetljenost prostorov na razdalji 30 cm od negatoskopa v bolnišnici A.

V bolnišnici A smo pridobili 36 meritev osvetljenosti prostorov z negatoskopi. Iz grafa 7 je razvidno, da priporočilom WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) in IPEM (2005) ne ustreza 28% prostorov z negatoskopi. V prostorih z negatoskopi številka 2 do 8 vrednost osvetljenosti narašča zaradi prisotnosti okna na koncu hodnika, kateremu je najbližje negatoskop številka 8. Svoje prispevajo tudi prižgane luči na hodniku, pri večjih izmerjenih vrednostih (predvsem pri negatoskopu številka 6) je potrebno dodati, da se luč nahaja na stropu hodnika neposredno nad negatoskopom.



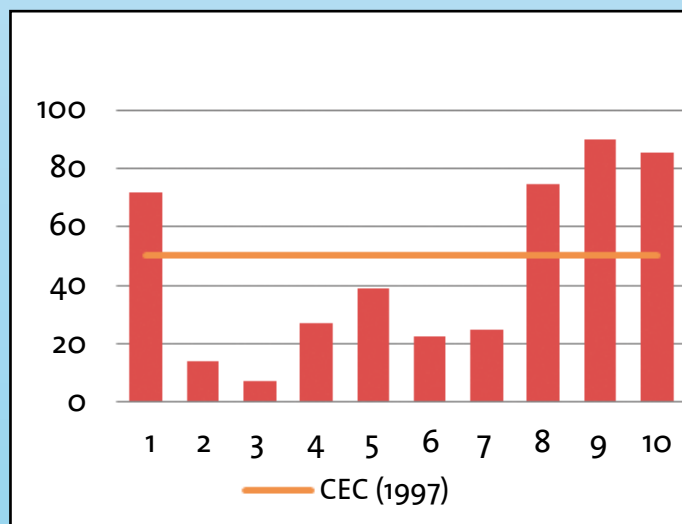
Graf 8: Osvetljenost prostorov na razdalji 1 m od negatoskopa v bolnišnici A.

Na grafu 8 so prikazane izmerjene vrednosti osvetljenosti prostorov na razdalji 1 m od negatoskopov. Kot je razvidno z grafa 8, priporočilom CEC (1997) ne ustreza 67% izmerjenih prostorov z negatoskopi v bolnišnici A.



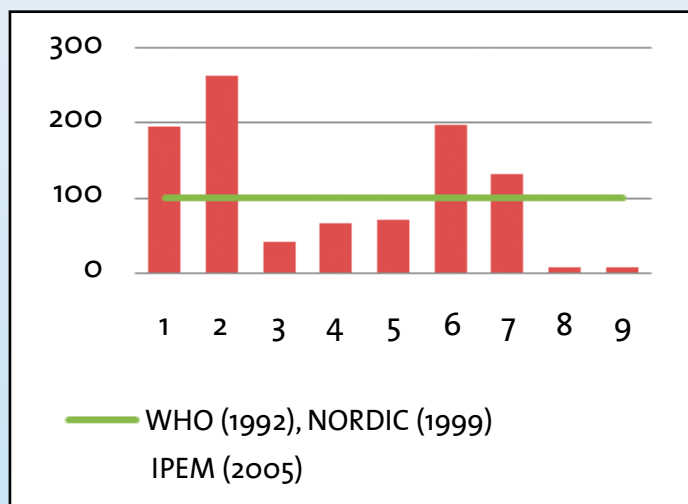
Graf 9: Osvetljenost prostorov na razdalji 30 cm od negatoskopa v bolnišnici B.

V bolnišnici B smo izmerili osvetljenost 10 prostorov z negatoskopi. Iz grafa 9 je razvidno, da je osvetljenost glede na priporočila WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) in IPEM (2005) ustrezna v vseh merjenih prostorih.



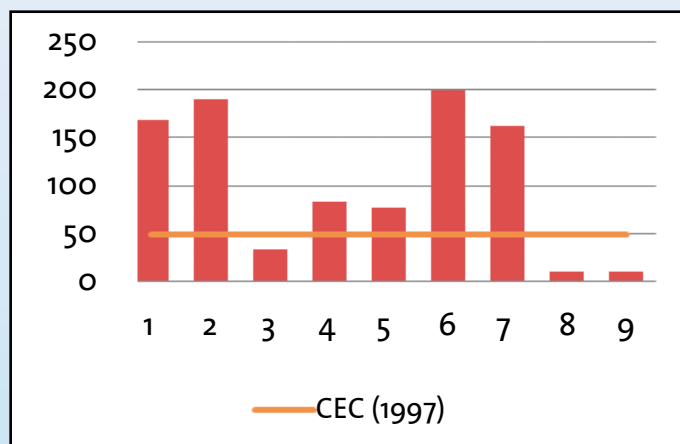
Graf 10: Osvetljenost prostorov na razdalji 1 m od negatoskopa v bolnišnici B.

Standardu CEC (1997) pa ne ustrezajo štiri izmerjene vrednosti (graf 10). V prostorih z negatoskopi številka 8, 9 in 10 prisotnost okna povečuje raven osvetljenosti prostora, zato bi bilo priporočljivo bolj zastreti okno, tako bi zagotovili manj prepuščanja zunanje svetlobe v prostor. V primeru osvetljenosti prostora z negatoskopom številka 1 je za boljše pogoje gledanja rentgenskih slik priporočljivo zmanjšati jakost osvetlitve prostora.



Graf 11: Osvetljenost prostorov na razdalji 30 cm od negatoskopa v bolnišnici C.

V bolnišnici C smo izmerili 9 prostorov z negatoskopi. Z grafa 11 je moč razbrati, da so vrednosti osvetljenosti prostorov z negatoskopi v več kot polovici primerov v mejah priporočil



Graf 12: Osvetljenost prostorov na razdalji 1 m od negatoskopa v bolnišnici C.

WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) in IPEM (2005). Vrednosti osvetljenosti prostorov z negatoskopi le v 33% ustrezajo CEC priporočilom (1997), kar je razvidno z grafa 12.

4.4 Primerjava izmerjenih vrednosti med tremi slovenskimi bolnišnicami

Kot je že omenjeno, so bile izvedene meritve svetilnosti negatoskopov in osvetljenosti prostora, v katerem je negatoskop, naknadno pa izračunane vrednosti povprečne svetilnosti in homogenosti svetilnosti negatoskopov v treh večjih slovenskih bolnišnicah.

Tabela 2: Ustreznost izmerjenih parametrov v primerjavi z mednarodnimi standardi.

| | A | | | B | | | B | | |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | S | H | A | S | H | A | S | H | A |
| WHO (1992) | 61% | 61% | 72% | 30% | 40% | 100% | 66% | 44% | 55% |
| CEC (1997) | 77% | 66% | 33% | 10% | 80% | 60% | 55% | 66% | 33% |
| NORDIC (1999) | 61% | 61% | 72% | 30% | 40% | 100% | 66% | 44% | 55% |
| IPEM (2005) | 61% | 61% | 72% | 30% | 60% | 100% | 66% | 55% | 55% |

* S - svetilnost negatoskopa (cd/m^2), H - homogenost svetilnosti negatoskopa (%), A - osvetljenost (lux)

Tabela 2 prikazuje odstotne deleže izmerjenih vrednosti, ki ustrezajo v njej navedenim priporočilom. Iz tabele lahko razberemo, v kolikšni meri lastnosti izmerjenih vrednosti negatoskopov sovpadajo z mednarodnimi priporočili. Glede svetilnosti negatoskopov najbolj zaostaja bolnišnica B, medtem ko ostali dve v več kot 60% ustrezata priporočilom. Najstrožjim CEC (1997) priporočilom glede homogenosti svetilnosti ($\leq 30\%$) ustrezajo negatoskopi v vseh bolnišnicah,

saj dosegajo dobre rezultate v primerjavi z njimi, še posebno bolnišnica B, kjer kar 80% izmerjenih vrednosti lastnosti negatoskopov ustreza tem priporočilom, čeprav imajo njeni negatoskopi najslabšo povprečno svetilnost. Najboljše rezultate glede osvetljenosti prostorov dosega bolnišnica B, saj vsi izmerjeni parametri ustrezajo priporočilom WHO (1992, cit. po McCarthy in Brennan, 2003), NORDIC (1999) in IPEM (2005), tudi izmerjene vrednosti v ostalih dveh bolnišnicah jim ustrezata v več kot 60%. Priporočilom CEC (1997) se je najbolj približala bolnišnica B, dokaj slabo pa bolnišnici A in C.

Ugotovili smo, da se izmerjene vrednosti lastnosti negatoskopov v bolnišnici A najbolj približajo mednarodnim priporočilom, sledijo vrednosti negatoskopov bolnišnice C, kot najbolj odstopajoča pa se je izkazala bolnišnica B.

ZAKLJUČEK

Skupno ima v bolnišnicah A, B in C nad 50% negatoskopov svetilnost višjo od 1500 cd/m², več kot 70% pa jih dosega mejo homogenosti svetilnosti enako ali manj kot 30%. Osvetljenost prostorov, kjer se nahajajo negatoskopi, v skoraj 80% ustreza minimalnemu standardu, ki je ≤ 100 lux. Ti parametri so glavni kazalci kakovosti negatoskopov. Ne glede na dejstvo, da se zaradi digitalizacije pomen negatoskopov v radiologiji zmanjšuje, bi bilo smiselno nameniti skrb tudi tej nepogrešljivi napravi na radioloških oddelkih.

Za izboljšanje vrednosti povprečne svetilnosti in homogenosti svetilnosti negatoskopov bi bilo potrebno pregledati in zamenjati pregorele žarnice v njih ter očistiti notranjo in zunanjo stran sprednje površine negatoskopa. Ta dva dokaj enostavna ukrepa bi lahko izboljšala delovanje negatoskopov, posledično pa tudi izboljšala interpretacijo rentgenskih slik. Zmanjšanje osvetljenosti prostorov, v katerih so negatoskopi, bi prav tako pripomoglo k natančnejši detekciji detajlov na rentgenski sliki. Spet gre za zelo enostaven ukrep, saj je potrebno le zmanjšati število prižganih luči v prostoru oziroma, v primeru, da je v prostoru okno, uporabiti naprave za zastrtje (žaluzije, roleta).

Ker so pogoji za dobro interpretacijo rentgenskih slik zelo pomembni, bi bilo potrebno uvesti izvajanje kontrole kakovosti tudi na področje negatoskopov, saj bi s tem ukrepom zelo pripomogli k optimizaciji celotnega diagnostičnega procesa.

LITERATURA

Bentayeb F, Nfaoui K, Basraoui O, Azevedo A C P (2009). Viewing boxes: A survey in diagnostic radiology departments of Moroccan hospitals. *Physica Medica* (2010) xx, 1-4.

Brennan P C, McEntee M, Evanoff M, Phillips P, O'Connor W T, Manning D J (2007). Ambient lightening: Effect of Illumination of Soft-copy Viewing of Radiographs of the Wrist. *AJR*:188, 177-180.

European Commission Energy (1997). Criteria for acceptability of radiological (including radiotherapy) and nuclear medicine installations. Report No. 91.

Hiels P, Mackenzie A (2005). Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-ray Imaging Systems, Report 91. London: Institute of Physics and Engineering in medicine.

Mccarthy E, Brennan P C (2003). Viewing condition for diagnostic images in three major Dublin hospitals: a comparison with WHO and CEC recommendations. *The British Journal of Radiology*, 76 (2003), 94-97.

National Institute of Radiation Hygiene (1999). Report on Nordic radiation protection co-operation. A quality control programme for radiodiagnostic equipment: Acceptance tests. Report, No. 7. Herlev, Denmark: National Institute of Radiation Hygiene.

Nyathi T, Mwale A N, Segone P, Mhlanga S H, Pule M L (2008). Radiographic viewing conditions at Johannesburg Hospital. *Biomedical Imaging and Intervention Journal*, technical report.