

BREVIAR DE CALCUL AL ECRANELOR DE RADIOPROTECTIE

Instalația radiologică digitală cu grafie și scopie APOLLO DRF, din cadrul Spitalul Județean de Urgență Miercurea Ciuc; Contact, Adresa: Miercurea Ciuc, str. Dr. Dénes László, nr. 2, Tel: +40266-324-193, Fax: +40266-372-137, E-mail: secretariat@spitalmciuc.ro.

Denumirea instalației: *Instalație de röntgendiagnostic digitală* tip APOLLO DRF cu un post grafie și scopie cu parametri maximali:

$U=150$ kV, $I = 1000$ mAs, iar filtrarea totală fiind de 2.5 mm Al

Date tehnice Instalația

- Tipul instalației radiologice digitale cu grafie și scopie: APOLLO DRF
- Numele producătorului: VILLA SISTEMI MEDICALI ITALIA
- Denumirea și varianta constructivă APOLLO DRF
- Țara unde s-a produs instalația radiologică: Italia
- Orientările posibile ale fascicului de radiație este conform schițelor atasate
- Anul de fabricație:
- Generator
- Furnizor SC PHM COMSERV SRL
- Nr Autorizație de furnizare: Nr RI 2291/2020, eliberată la data de 11.12.2020

S-a folosit norma germană DIN 6812:2013

ECUAȚII FOLOSITE:

1. ECUAȚIILE DE CALCUL al gradului de atenuare pentru radiația primară la locul de staționare

$$F_{x,N} = \hat{H}_{x,N} / \hat{H}_W = F_{1,N} \cdot (x_0/x)^2 = H_{A,1} / \hat{H}_W \cdot (x_0/x)^2 \cdot W \quad A.3, \text{ unde:}$$

$F_{x,N}$ este gradul de atenuare pentru radiația primară la locul de staționare

$F_{1,N}$ este gradul nominal de atenuare pentru radiația primară la distanța de referință $x=1$ m

x distanța dintre focar și locul de staționare

x_0 distanța de referință 1 m

$H_{A,1}$ este utilizarea debitului dozei in mSv/mA min pe axa fascicolului de radiație primara la distanta de 1m de spotul luminos al sursei de radiație X la o mărime a câmpului de 0.1*0.1 m (reprezentările grafice A1 și A2 respectiv ecuația A2). Ecuația A2 se folosește dacă valorile pentru tensiunea tubului, filtrarea și sarcina de regim W diferă de valorile din tabelul A2

$H_{A,1}$ conform tabelul A.2

$H_{A,1} = 7 \text{ mSv/mA min}$

\hat{H}_W debitul dozei locale a radiației primare la locul de staționare protejat in mSv/săptămână

$W = 3000 \text{ mA min/săptămână}$ sarcina de regim din tabelul A.2 **pentru scopie**

$W = 400 \text{ mA min/săptămână}$ sarcina de regim din tabelul A.2 **pentru radiografie**

$F_{1,N} = 1.050.000$ din tabelul A.2 **pentru scopie**

$F_{1,N} = 140.000$ din tabelul A.2 **pentru radiografie**

Conform A.5.1.1 Generalități - pentru ecranarea locurilor de staționare, gradul de atenuare $F_{x,N}$ necesar contra radiației primare la distanța x în m față de sursa de radiație X va fi calculat prin înmulțirea cu factorul $(1/x)^2$ a gradului nominal de atenuare $F_{1,N}$.

Conform A.5.1.2 Luarea în considerare a restrângerilor de acces și staționare - Gradul de atenuare $F_{x,N}$ pentru locurile de staționare la care, din cauza utilizării prevăzute sau ca urmare a coordonării cu domeniile de protecție contra radiațiilor, respectiv cu alte domenii, există restrângeri de acces sau de staționare, poate fi multiplicat cu factorul de staționare f_t (tabelul A.3).

ECUAȚIILE DE CALCUL

Ecuația gradului de atenuare pentru radiația primara la locul de staționare devine:

$$F_{x,N} = f_t \cdot F_{1,N} \cdot (1/x)^2$$

Ecuația gradului de atenuare pentru radiația difuzata la locul de staționare $F_{x,St}$

$$F_{x,St} = f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1,N} \cdot (x_0/a)^2 \cdot (s_0/s)^2$$

Unde:

a distanta in m intre spotul luminos și centrul corpului difuzor

$a = 1 \text{ m}$

s distanta în m între centrul corpului difuzor și locul de staționare de protejat

s_0 distanta de referința de 1 m

$s_0 = 1 \text{ m}$

f_t factorul de staționare

- pentru radiația primară conform DIN 6812:2013 **tabelul A.3**
- pentru radiația difuzată conform ordinul nr. 173 /2003 art. 49 pct. 3: **$f_t = 1$**

f_D factorul de conversie al gradului de atenuare pentru radiația difuzata in grad de atenuare pentru radiația secundara (conform tabelului A.8)

$f_D = 2$

f_k coeficient pentru radiația difuzata (conform tabelului A.7)

$f_k = 0.002$

3. STABILIREA GROSIMILOR DE PLUMB ECHIVALENTE

Se folosesc rezultatele etapei precedente și se obține grosimea în Pb necesara ecranării la suprafața analizata

Pentru stabilirea grosimilor in funcție de materiale se folosește tabelul 16 sau ecuația:

$$X_M = a \cdot (\rho/\rho_0)^b \cdot (U/U_0)^c \cdot (x/x_0)^d \text{ unde:}$$

a, b, c, d sunt constante care se iau din tabelul 15

x este grosimea necesara radioprotecției structurale

ρ densitatea materialului

$$\rho_0 = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$U_0 = 150 \text{ kV}$$

$$X_0 = 1 \text{ m}$$

Laboratorul de roentgendiagnostic va fi proiectat astfel încât debitul dozei să nu depășească 15 mSv/an la locul de muncă al persoanei expuse profesional la radiații X, respectiv 1 mSv/an în spațiile în care persoanele din populație pot avea acces

4. Stabilirea grosimii stratului de protecție

Stabilirea grosimii stratului de protecție în mm Pb și conversia pentru alte materiale de atenuare. Se folosesc tabelul A.4 și tabelul 16.

Utilizare in grafie

Nr	Utilizarea	Distanța m	Factor de staționare f_t	RADIAȚIA	
				Primară F_N	Secundară F_S
P1	Camera de Comanda Geam,	2.35	1	-	x
P2	Camera de dezbracare	2.35	1	-	x
P3		2	1	x	-
P4	Geam	2.1	0.1	-	x
P5		3.2	1	-	x
P6	Etaj superior	2.5	1	-	x

Perete P1 către Camera de Comanda
Geam,

$F_t = 1$	$f_D = 2$	$f_k = 0.002$	$F_{1.N} = 140.000$
$X_0 = 1$	$a = 1$	$s_0 = 1$	$S = 2.35$

$$F_{X.St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1.N} \cdot \left(\frac{x_0}{a}\right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s}\right)^2 \quad F_{X.N} = 101.44$$

Pentru peretele P1, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare de 1.25 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, este necesara ecranarea peretelui cu 1.25 Pb. Geamul va fi ecranat cu minim 1.25 mm Pb.

Perete P2 către Camera de dezbracare pacient

Usa

$f_t=1$	$f_D=2$	$f_k=0.002$	$F_{1,N}=140.000$
$X_0=1$	$a=1$	$s_0=1$	$S=2.35$

$$F_{x,St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1,N} \cdot \left(\frac{x_0}{a}\right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s}\right)^2 \quad F_{x,N}=101.44$$

Pentru peretele P2, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare de 1.25 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, este necesara ecranarea peretelui cu 1.25 Pb. Usa va fi ecranat cu minim 1.25 mm Pb.

Perete P3 catre Cabinet Medical

$f_t=1$	$X=2$	$x_0=1$	$F_{1,N}=140.000$
---------	-------	---------	-------------------

$$F_{x,N} := f_t \cdot F_{1,N} \cdot \left(\frac{x_0}{x}\right)^2$$

$$F_{x,St}=35000$$

Pentru peretele P3, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare 3.5 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, este necesara ecranarea peretelui. Existenta beton grosime de 18 cm echivalent cu 2 mm de Pb si se va suplimenta pana la 3.5 mm echivalenta de Pb.

Perete P4 către Curte

$f_t=0.1$	$f_D=2$	$f_k=0.002$	$F_{1,N}=140.000$
$X_0=1$	$a=1$	$s_0=1$	$S=2.1$

$$F_{x,St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1,N} \cdot \left(\frac{x_0}{a}\right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s}\right)^2$$

$$F_{x,St}=12.69$$

Pentru peretele P4, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare 0.6 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, nu este necesara ecranarea peretelui. Existenta beton grosime de 45 cm echivalent cu 6.5 mm de Pb. Geamurile de pe acest perete trebuie sa aiba o echivalenta de 0.6 mm Pb.

Perete P5 către Farmacie

$f_t=1$	$f_D=2$	$f_k=0.002$	$F_{1.N}= 140.000$
$X_0=1$	$a=1$	$s_0=1$	$s= 3.2$

$$F_{x,St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1.N} \cdot \left(\frac{x_0}{a}\right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s}\right)^2$$

$$F_{x,St}= 54.63$$

Pentru peretele P5, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare 1.2 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, nu este necesara ecranarea peretelui. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, nu este necesara ecranarea peretelui. Existent beton grosime de 18 cm echivalent cu 2 mm de Pb.

Perete P 6 către Etaj Superior

$f_t=1$	$f_D=2$	$f_k=0.002$	$F_{1.N}= 140.000$
$X_0=1$	$a=1$	$s_0=1$	$s= 2.5$

$$F_{x,St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1.N} \cdot \left(\frac{x_0}{a}\right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s}\right)^2$$

$$F_{x,St}=80.6$$

Pentru tavan, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare de 1.16 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, nu este necesara ecranarea suplimentara a tavanului, acesta cu o grosime de 40 cm beton echivalent cu 4.4 mm Pb.

UTILIZARE SCOPIE

Nr	Utilizarea	Distanța m	Factor de staționare f_t	RADIȚIA	
				Primară F_N	Secundară F_S
P1	Camera de Comanda Geam,	2.35	1	-	x
P2	Camera de dezbracare	2.35	1	-	x
P3		2	1	X	-
P4	Geam	2.1	0.1	-	x
P5		3.2	0,1	-	x
P6	Etaj superior	2.5	1	-	x

Perete P1 Camera de Comanda Geam,

$F_t=1$	$f_D=2$	$f_k=0.002$	$F_{1,N}=1.050.000$
$X_0=1$	$a=1$	$s_0=1$	$S=2.35$

$$F_{x,St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1,N} \cdot \left(\frac{x_0}{a}\right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s}\right)^2 \quad F_{x,N} = 760.86$$

Pentru peretele P1, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare de 2 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, este necesara ecranarea peretelui.

Geamul va fi ecranat cu minim 2 mm Pb.

Perete P2 către Camera de dezbracare pacient

$F_t=1$	$f_D=2$	$f_k=0.002$	$F_{1,N}=1.050.000$
$X_0=1$	$a=1$	$s_0=1$	$S=2.35$

$$F_{x,St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1,N} \cdot \left(\frac{x_0}{a}\right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s}\right)^2 \quad F_{x,N} = 760.86$$

Pentru peretele P2, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare de 2 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, este necesara ecranarea peretelui.

Usa va fi ecranata cu minim 2 mm Pb.

Perete P3 catre Cabinet Medical

$f_t=1$	$X=2$	$x_0=1$	$F_{1,N}=1.050.000$
---------	-------	---------	---------------------

$$F_{x,N} := f_t \cdot F_{1,N} \cdot \left(\frac{x_0}{x} \right)^2$$

$$F_{x,St} = 262500$$

Pentru peretele P3, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare 4.5 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, este necesara ecranarea peretelui. Existent beton grosime de 18 cm echivalent cu 2 mm de Pb. Se va adauga echivalenta de Pb de 2.5 mm.

Perete P4 către Curte Interioara

$f_t=0.1$	$f_D=2$	$f_k=0.002$	$F_{1,N}=1.050.000$
$X_0=1$	$a=1$	$s_0=1$	$s= 2.1$

$$F_{x,St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1,N} \cdot \left(\frac{x_0}{a} \right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s} \right)^2$$

$$F_{x,St} = 95.23$$

Pentru peretele P4, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare 1.25 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, nu este necesara ecranarea peretelui. Existent beton grosime de 45 cm echivalent cu 6.5 mm de Pb.

Geamurile ce se afla pe acest perete trebuie sa aiba o echivalenta de 1.25 mm Pb.

Perete P5 catre Farmacie

$f_t=1$	$f_D=2$	$f_k=0.002$	$F_{1,N}=1.050.000$
$X_0=1$	$a=1$	$s_0=1$	$s= 3.2$

$$F_{x,St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1,N} \cdot \left(\frac{x_0}{a} \right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s} \right)^2$$

$$F_{x,St} = 410.15$$

Pentru peretele P5, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare 1.8 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, nu este necesara ecranarea peretelui. Existent beton grosime de 18 cm echivalent cu 2 mm de Pb.

Perete P6 către Etaj superior

$f_t=1$	$f_D=2$	$f_k=0.002$	$F_{1,N}=1.050.000$
$X_0=1$	$a=1$	$s_0=1$	$s= 2.5$

$$F_{x,St} := f_t \cdot f_D \cdot f_k \cdot F_{1.N} \cdot \left(\frac{x_0}{a}\right)^2 \cdot \left(\frac{s_0}{s}\right)^2$$

$$F_{x,St} = 672$$

Pentru tavan, conform anexei A tabelul A4, este necesara o ecranare de 2 mm echivalent Pb. Conform DIN 6812:2013, tabelul 16, nu este necesara ecranarea suplimentara a tavanului, acesta cu o grosime de 40 cm beton echivalent cu 4.4 mm Pb

ÎNTOCMIT

Expert in Fizica Medicala

Dr Fiz Daniela Georgescu



Concluzii recapitulare privind protecția contra radiațiilor

Perete	Element Constructiv	Material	Grosime cm	Echivalent Pb existent (mm)	Echivalent Pb necesar (mm)	Ecrane suplimentare
P1	Camera de comanda Geam	-se va construi-	-		2	Peretele si gemul trebuia sa aiba o echivalenta de 2 mm Pb
P2	Camera dezbracare	-se va construi-	-		2	Peretele si usa trebuia sa aiba o echivalenta de 2 mm Pb
P3	Cabinet Medical	Beton	18	2	4.5	Perete suplimentat cu 2.5 mm Pb Sau Suplimentar poate fi: Tencuiala de 22.5 cm Sau Tencuiala baritata de 4.15 cm
P4	Curte Geam	Beton	45	6.5	1.25	Nu perete Geamuri de minim 1.25 mm Pb
P5	Farmacie	Beton	18	2	1.8	Nu perete
P6	Etaj superior	Beton	40	4.4	2	Nu

Breviarul de calcul a fost întocmit pentru situațiile cele mai nefavorabile. Calculul de radioprotecție este executat în conformitate cu proiectul de amplasare al instalației radiologice Apollo DRF din prezenta documentație și rămâne valabil atâta timp cât nu se face nici o modificare la proiectul de fata, nu se schimbă tipul instalației sau modul de amplasare. Orice modificare va atrage după sine efectuarea unui nou calcul de radioprotecție conform noilor condiții de lucru ale laboratorului respectiv.

ÎNTOCMIT Dr Fiz Daniela Georgescu

