

kV As	LABORATORIUM PROJEKTOWO-POMIAROWE Maciej Kwaśniewski
------------------------	--

TEMAT OPRACOWANIA:

ORYGINAŁ

Obliczenia
grubości osłon stałych
przed promieniowaniem X
wytwarzanym przez aparaty rtg

ADRES PRACOWNI RTG:

ul. Lęborska 34
83-340 Sierakowice

AUTOR OPRACOWANIA: Maciej Kwaśniewski

LVA_s LABORATORIUM
PROJEKTOWO - POMIAROWE
Maciej Kwaśniewski
80-262 Gdańsk, ul. Dłubka 5/7
tel. 660-248-708
NIP 584-145-54-34 Reg. 220220484

PODPIS:

DATA: 4.04.2011

0. Spis treści

nr	rozdział	str
1.	Podstawa obliczeń	3
2.	Założenia dotyczące obliczeń	3
3.	Przyjęte parametry aparatu i współczynniki	4
4.	Dawki graniczne	6
5.	Opis osłon	6
6.	Obliczenia	8
7.	Porównanie istniejących równoważników Pb osłon z wymaganymi	15
8.	Wnioski końcowe	16
9.	Spis załączników	16

1. Podstawa obliczeń

Obliczenia wykonano w związku z planowanym uruchomieniem pracowni rtg na pierwszym piętrze budynku przychodni w Sierakowicach przy ul. Leborskiej 34. W gabinecie rtg 1 radiografii o powierzchni 24 m^2 i wysokości $3,0 \text{ m}$ zainstalowany będzie aparat rtg ogólnodiagnostyczny do zdjęć (stół i statyw) pracujący w trybie zapisu cyfrowego. W gabinecie rtg 2 stomatologii o powierzchni 14 m^2 i wysokości $3,0 \text{ m}$ zainstalowane będą dwa aparaty stomatologiczne: panoramiczny z przystawką cefalometryczną oraz stomatologiczny do zdjęć wewnątrzustnych. Wentylacja pracowni zgodna z projektem budowlanym.

wywoławka - stół, Mniemana w sterowni - stół.

Za podstawę opracowania wzięto:

- Plan pracowni wraz z umiejscowieniem aparatów.
- Informacje podane przez użytkownika dotyczące planowanych badań.
- Polską normę PN-86/J-80001 „Materiały i sprzęt ochronny przed promieniowaniem X i gamma. Obliczanie osłon stałych”.
- Niemiecką normę DIN 6812.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej (D.U.2011.51.265).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 21 sierpnia 2006 r. W sprawie szczególnych warunków bezpiecznej pracy z urządzeniami radiologicznymi (Dz.U.2006.180.1325).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 stycznia 2005 r. w sprawie dawek granicznych promieniowania jonizującego (D.U.2005.20.168).

2. Założenia dotyczące obliczeń:

Przyjęte limity dawek:

- $3,0 \text{ mSv}$ rocznie dla sterowni 1 aparatu ogólnodiagnostycznego, sterowni 2 aparatów stomatologicznych oraz gabinetów rtg 1 ogólnodiagnostycznego i 2 stomatologicznego,
- $0,5 \text{ mSv}$ rocznie dla korytarza z poczekalnią, kabiny oraz stropów.
- Ekspozycje będą wykonywane ze sterowni
- Ekspozycje wykonują technicy.
- Ocena i opis wyników badań odbywa się w wydzielonym pomieszczeniu spełniającym warunki rozporządzenia D.U.2011.51.265 zał. nr 1.

3. Przyjęte parametry aparatu i współczynniki:

Aparat ogólnodiagnostyczny

- Ilość ekspozycji w ciągu tygodnia:
 - o w kierunku do podłogi : 200,
 - o w kierunku na stojak bucky: 200.
- Produkt mAs przy 125 kV: 8 mAs
- Napięcie 125 kV.
- Czas pojedynczej ekspozycji: 0,5 s
- Filtracja zewnętrzna promieniowania: > 2,5 mm Al.
- Moc dawki promieniowania przy napięciu 125 kV, natężeniu prądu 1 mA w odległości 1 m, filtracji zewnętrznej 2,5 mm Al. (patrz PN-86/J-80001 tablica 2) wynosi:
si: $\dot{D} = 10 \frac{mGy \cdot m^2}{mA \cdot min}$
- Powierzchnia przedmiotu rozpraszającego $s = 0,1 m^2$
- Odległość przedmiotu rozpraszającego od ogniska lampy min. $f = 100 cm$.
- Współczynnik osłabienia w tkance przy grubości tkanki 15 cm i napięciu 125 kV wynosi $y = 0,1$ na podstawie PN-86/J-80001 tablica 1. Wynikająca z powyższych założeń wielkość liczbowa $\frac{f^2}{s \cdot y} = 100$.

Aparat stomatologiczny

- Ilość ekspozycji w ciągu tygodnia: 50
- Produkt mAs : $0,5 s \times 8 mA = 4 mAs$
- Wiązka główna promieniowania z uwagi na umieszczenie pacjenta na krześle obrotowym skierowana jest w stronę ściany zewnętrznej - osłona G. Dla tak wykonywanych ekspozycji nie ma możliwości skierowania wiązki na inne ściany.
- Napięcie 70 kV.
- Moc dawki promieniowania X w wiązce głównej [$\mu G/min$] w odległości 1 m w przeliczeniu na 1 mA: $\dot{D} = 4,8 \frac{mGy \cdot m^2}{mA \cdot min}$
- Powierzchnia przedmiotu rozpraszającego $s = 0,003 m^2$
- Odległość przedmiotu rozpraszającego od ogniska lampy min. $f = 20 cm$.
- Współczynnik osłabienia w tkance przy grubości tkanki 5 cm i napięciu 70 kV wynosi $y = 0,31$ na podstawie PN-86/J-80001 tablica 1.
- Wynikająca z powyższych założeń wielkość liczbowa $\frac{f^2}{s \cdot y} = 43$.

Aparat panoramiczny

Zdjęcia panoramiczne:

- Ilość ekspozycji w ciągu tygodnia: 20
- Średni produkt mAs na jedną ekspozycję: $10 \times 16 = 160$ mAs
- Napięcie 80 kV.
- Filtracja promieniowania: 2,5 mm Al.
- Z uwagi na konstrukcję aparatu do zdjęć panoramicznych promieniowanie pierwotne opuszczające ciało pacjenta zostaje pochłonięte przez stalową konstrukcję podajnika kasety oraz jego obudowę.
- Powierzchnia przedmiotu rozpraszającego $s = 0,001 \text{ m}^2$
- Odległość przedmiotu rozpraszającego od ogniska lampy $f = 25 \text{ cm}$.
- Współczynnik osłabienia w tkance przy grubości tkanki 10 cm i napięciu 80 kV wynosi $y = 0,12$ na podstawie PN-86/J-80001 tablica 1
- Wynikająca z powyższych założeń wielkość liczbowa $\frac{f^2}{s \cdot y} \approx 500$.

Zdjęcia cefalometryczne:

- Ilość ekspozycji w ciągu tygodnia: 10
- Średni produkt mAs na jedną ekspozycję: $2 \times 12 = 24$ mAs
- Wiązka główna promieniowania skierowana jest w stronę osłony G.
- Filtracja promieniowania: 2,5 mm Al.
- Moc dawki promieniowania przy napięciu 80 kV, natężeniu prądu 1 mA w odległości 1 m, filtracji zewnętrznej 2,5 mm Al. (patrz PN-86/J-80001 tablica 2) wynosi:

$$\dot{D} = 5,8 \frac{\text{mGy} \cdot \text{m}^2}{\text{mA} \cdot \text{min}}$$

- Powierzchnia przedmiotu rozpraszającego $s = 0,043 \text{ m}^2$
- Odległość przedmiotu rozpraszającego od ogniska lampy $f = 150 \text{ cm}$.
- Współczynnik osłabienia w tkance przy grubości tkanki 10 cm i napięciu 80 kV wynosi $y = 0,12$ na podstawie PN-86/J-80001 tablica 1. Wynikająca z powyższych założeń wielkość liczbowa $\frac{f^2}{s \cdot y} \approx 500$.

4. Dawki graniczne

Tabela 1

	Dawka graniczna roczna [mSv]	Dawka graniczna tygodniowa [μGy]
Zawodowo narażeni (kategoria A)	20	350
Zawodowo narażeni (kategoria B)	6	100
W pomieszczeniach pracowni rtg (innych niż gabinety rtg)	3	50
W pomieszczeniach poza pracownią rtg (inne pomieszczenia niż mieszkalne)	0,5	8,5
W pomieszczeniach poza pracownią rtg (w budynkach mieszkalnych)	0,1	1,7

5. Opis osłon

Oslona A: ściana pomiędzy gabinetem rtg 2 i sterownią 2 stomatologiczną a gabinetem rtg 1 i sterownią 1 aparatu ogólnodiagnostycznego. Wykonana z cegły SILKA; grubość 12 cm.

Oslona A': poza nią znajduje się kabina dla pacjentów. Wykonana z cegły SILKA; grubość 12 cm. W osłonie znajdują się drzwi.

Oslona A'': poza nią znajduje się sterownia 1 aparatu ogólnodiagnostycznego. Wykonana z cegły SILKA; grubość 12 cm. W osłonie znajdują się drzwi oraz okienko kontrolne.

Oslona B: poza nią znajduje się korytarz i poczekalnia. Wykonana z cegły SILKA; grubość 24 cm.

Oslona B': poza nią znajduje się korytarz i poczekalnia. Wykonana z cegły SILKA; grubość 12 cm. Oslona od drzwi wejściowych do ściany A. W osłonie znajdują się drzwi nie narażone na promieniowanie pierwotne.

Oslona C: poza nią znajduje się teren zewnętrzny. Wykonana z cegły SILKA; grubość 24 cm

Oslona D: poza nią znajduje się teren zewnętrzny. Wykonana z cegły SILKA; grubość 24 cm. W osłonie znajduje się okno.

Oslona S1 (strop górny): poza nią znajduje się przychodnia. Strop typu FILIGRAN; grubość min. 14 cm.

Oslona P1 (strop dolny): poza nią znajduje się przychodnia. Strop typu FILIGRAN; grubość min. 14 cm.

Oslona E: poza nią znajduje się sterownia 2 aparatów stomatologicznych. Wykonana z cegły SILKA; grubość 12 cm.

Oslona E': poza nią znajduje się korytarz i poczekalnia. Wykonana z cegły SILKA; grubość 12 cm. W osłonie znajdują się drzwi nie narażone na promieniowanie pierwotne.

Oslona F: poza nią znajduje się gabinet lekarski. Wykonana z cegły SILKA; grubość 12 cm.

Oslona G: poza nią znajduje się teren zewnętrzny. Wykonana z cegły SILKA; grubość 24 cm. W osłonie znajduje się okno.

Oslona H: poza nią znajduje się sterownia 2 aparatów stomatologicznych. Wykonana z cegły SILKA; grubość 12 cm. W osłonie znajdują się drzwi. Oslona narażona tylko na promieniowanie rozproszone przy zdjęciach wewnątrzustnych.

Oslona S2 (strop górny): poza nią znajduje się przychodnia. Strop typu FILIGRAN; grubość min. 14 cm.

Oslona P2 (strop dolny): poza nią znajduje się przychodnia. Strop typu FILIGRAN; grubość min. 14 cm.

6. Obliczenia

Do obliczeń wykorzystano wzory podane w PN-86/J-80001
Na podstawie przykładu 3 PN-86/J-80001 wprowadzono dawki cząstkowe stanowiące część dawki granicznej (przyjętego limitu użytkowego dawki).

Nie wykonano obliczeń zredukowanej mocy dawki C_2 dla aparatu ogólnodiagnostycznego z uwagi na jej zależność z wielkością zredukowanej mocy dawki C_1 t.j.

$C_2 = C_1 \frac{f^2}{s \cdot y}$. Dla wszystkich rozpatrywanych osłon z uwagi na wyrażenie $\frac{f^2}{s \cdot y} \approx 100$ wartości

C_2 przyjmują wielkości powyżej 800 co daje podstawę do zrezygnowania z liczenia wymaganego równoważnika Pb (dla promieniowania rozproszonego przez ściany grubość osłon $< 0,1$ mm Pb dla każdego przypadku przy takiej samej dawce cząstkowej jak przy promieniowaniu rozproszonym przez tkankę). Nie mniej dawkę cząstkową dla promieniowania rozproszonego przez tkankę zmniejszono o połowę.

Nie wykonano obliczeń zredukowanej mocy dawki C_2 z uwagi na wielkość wyrażenia

$\frac{f^2}{s \cdot y} \approx 43$ dla aparatu punktowego oraz $\frac{f^2}{s \cdot y} \approx 500$ dla aparatu panoramicznego, ponieważ

zredukowane moce C_2 przyjmują wielkości powyżej 1000 co daje wymagany równoważnik Pb $< 0,1$ mm. Nie mniej dawkę cząstkową dla promieniowania rozproszonego przez tkankę zmniejszono o połowę.

Z uwagi na położenie gabinetu na pierwszym piętrze (brak możliwości przebywania ludzi poza osłoną) nie liczono wymaganych równoważników ołowiu dla terenu zewnętrznego.

Dla sterowni 1 i sterowni 2 dawkę graniczną zmniejszono o połowę z uwagi na narażenie z dwóch gabinetów.

Gabinet 1

Oslona A (gabinet rtg 2 stomatologiczny)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatus ogólnodiagnostyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 200	5,2	25	760	0,1

Oslona A (sterownia 2)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatus ogólnodiagnostyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 200	5,2	12,5	380	0,1

Oslona A' (kabina)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatus ogólnodiagnostyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	0,05	3 200	3,5	4,25	1100	0,1

Oslona A'' (sterownia 1)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatus ogólnodiagnostyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 200	2,6	12,5	95	0,4

Oslona B (korytarz i poczekalnia)

Promieniowanie pierwotne (aparatus ogólnodiagnostyczny)	Wsp. U	Wsp. T	Wsp. y	Całkowity produkt mAs	Moc dawki prom. [mGy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹]	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Krotność osłabienia k	Wymagany równ. Pb [mm]
	0,5	0,25	0,1	3 200	10 000	2,2	6	230	0,9

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatus ogólnodiagnostyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	0,25	3 200	2,2	1,25	27	0,7

Ośłona B' (korytarz i poczekalnia)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparat ogólnodiagnostyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	0,25	3 200	2,2	4,25	93	0,4

Ośłona S1 (przychodnia)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparat ogólnodiagnostyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 200	2,0	4,25	19	0,8

Ośłona P1 (przychodnia)

Promieniowanie pierwotne (aparat ogólnodiagnostyczny)	Wsp. U	Wsp. T	Wsp. y	Całkowity produkt mAs	Moc dawki prom. [$\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$]	Odległość Od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Krotność osłabienia k	Wymagany równ. Pb [mm]
	0,5	1	0,1	3 200	10 000	1,5	6	2000	1,7

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparat ogólnodiagnostyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 200	1,5	1,25	3	1,5

Gabinet 2

Ośłona A (gabinet rtg 1 ogólnodiagnostyczny)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatur panoramiczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 440	1,1	24	30	0,2

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatur punktowy)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	200	2,8	1	141	<0,1

Ośłona A (sterownia 1)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatur panoramiczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3440	1,1	12	15	0,3

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatur punktowy)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	200	2,8	0,5	71	0,1

Ośłona E (sterownia 2)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatur panoramiczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 440	1,7	12	36	0,2

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatur punktowy)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μGy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	200	3,1	0,5	86	<0,1

Oslona E' (korytarz)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatury panoramicznej)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μ Gy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	0,25	3 440	4,0	4	260	<0,1

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatury punktowej)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μ Gy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	0,25	200	4,8	0,25	410	<0,1

Oslona F (gabinet lekarski)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatury panoramicznej)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μ Gy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 440	2,4	2,75	17	0,3

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatury punktowej)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μ Gy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	200	0,7	1,5	13	0,3

Oslona H (sterownia 2)

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (aparatury punktowej)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa [μ Gy]	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	200	3,1	12,5	>800	-

Oslona S2 (przychodnia)

Promieniowanie pierwotne (stom. pkt.)	Wsp. U	Wsp. T	Wsp. y	Całkowity produkt mAs	Moc dawki prom. $[mGy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}]$	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa $[\mu Gy]$	Krotność osłabienia k	Wymagany równ. Pb [mm]
	0,05	1	0,31	200	4 800	2,0	1,5	41	0,2

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (stom. pkt)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa $[\mu Gy]$	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	200	2,0	0,5	36	0,2

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (panoramyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa $[\mu Gy]$	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 440	2,0	3	13	0,3

Oslona P2 (przychodnia)

Promieniowanie pierwotne (stom. pkt.)	Wsp. U	Wsp. T	Wsp. y	Całkowity produkt mAs	Moc dawki prom. $[mGy \cdot m^2 \cdot mA^{-1} \cdot min^{-1}]$	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa $[\mu Gy]$	Krotność osłabienia k	Wymagany równ. Pb [mm]
	0,05	1	0,31	200	4 800	1,5	1,5	73	0,3

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (stom. pkt)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa $[\mu Gy]$	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	200	1,5	0,5	20	0,2

Promieniowanie rozproszone przez ciało pacjenta (panoramyczny)	Wsp. T	Całkowity produkt mAs	Odległość od źródła [m]	Dawka cząstkowa $[\mu Gy]$	Zred. moc dawki C1	Wymagany równ. Pb [mm]
	1	3 440	1,5	3	7	0,4

Promieniowanie uboczne

Dla osłony A i F

Najmniejsza odległość od miejsca osłanianego: 0,7 m
Równoważnik Pb osłony (najmniejszy): 0,8 mm Pb
Krotność osłabienia osłony k: 2000
Maksymalna moc promieniowania ubocznego: 1,0 mGy/h
Moc promieniowania ubocznego w odległości 0,7 m poza osłoną: <20 μ Gy/h

Moc promieniowania ubocznego w odległości 2,0 m poza osłoną: <20 μ Gy/h

Dla pozostałych osłon

Najmniejsza odległość od miejsca osłanianego: 1,5 m
Równoważnik Pb osłony (najmniejszy): 0,5 mm Pb
Krotność osłabienia osłony k: 40
Maksymalna moc promieniowania ubocznego: 1,0 mGy/h
Moc promieniowania ubocznego w odległości 1,5 m poza osłoną: <20 μ Gy/h

Zgodnie z 2.5.4.1 normy PN-86/J-80001 przy wartości mocy mniejszej niż 20 μ Gy/h nie należy uwzględniać wpływu promieniowania ubocznego.

7. Porównanie istniejących równoważników Pb osłon z wymaganymi

Tabela 2

Oslona	Materiał, z którego wykonana jest osłona	Istniejący równoważnik Pb (minimum)	Wymagany równoważnik Pb	Wymagana grubość dodatkowej osłony
A	SILKA 12 cm	0,8	0,3	-
A'	SILKA 12 cm	0,8	0,1	-
A''	SILKA 12 cm	0,8	0,4	-
B	SILKA 24 cm	1,6	0,9	-
B'	SILKA 12 cm	0,8	0,4	-
S1	Beton	1,8	0,8	-
P1	Beton	1,8	1,7	-
E	SILKA 12 cm	0,8	0,2	-
E'	SILKA 12 cm	0,8	<0,1	-
F	SILKA 12 cm	0,8	0,3	-
H	SILKA 12 cm	0,8	-	-
S2	Beton	1,8	0,3	-
P2	Beton	1,8	0,4	-

8. Wnioski końcowe

- Drzwi z gabinetu do sterowni 1 należy zabezpieczyć dodatkową osłoną o równoważniku Pb nie mniejszym niż 0,4 mm (zalecana blacha ołowiana o grubości 0,5 mm).
- Szyba w okienku kontrolnym sterowni 1 musi być wykonana ze szkła ołowio-
wego o równoważniku Pb nie mniejszym niż 0,4 mm.
- Drzwi z korytarza do gabinetu 1 należy zabezpieczyć dodatkową osłoną o
równoważniku Pb nie mniejszym niż 0,4 mm (zalecana blacha ołowiana o gru-
bości 0,5 mm).
- Drzwi z kabiny do gabinetu 1 należy zabezpieczyć dodatkową osłoną o rów-
noważniku Pb nie mniejszym niż 0,1 mm (zalecana blacha ołowiana o grubości
0,5 mm).
- Drzwi z korytarza do gabinetu 2 należy zabezpieczyć dodatkową osłoną o
równoważniku Pb nie mniejszym niż 0,1 mm (zalecana blacha ołowiana o gru-
bości 0,5 mm).
- Widoczność pacjenta w sterowni 2 należy zapewnić za pomocą lustra umiesz-
czonego na ścianie lub drzwiach sterowni.
- Ściany i stropy graniczące z pracownią nie wymagają dodatkowych osłon.
- Pomieszczenie opisu i oceny wyników badań musi mieć możliwość zaciem-
nienia okna.

9. Spis załączników

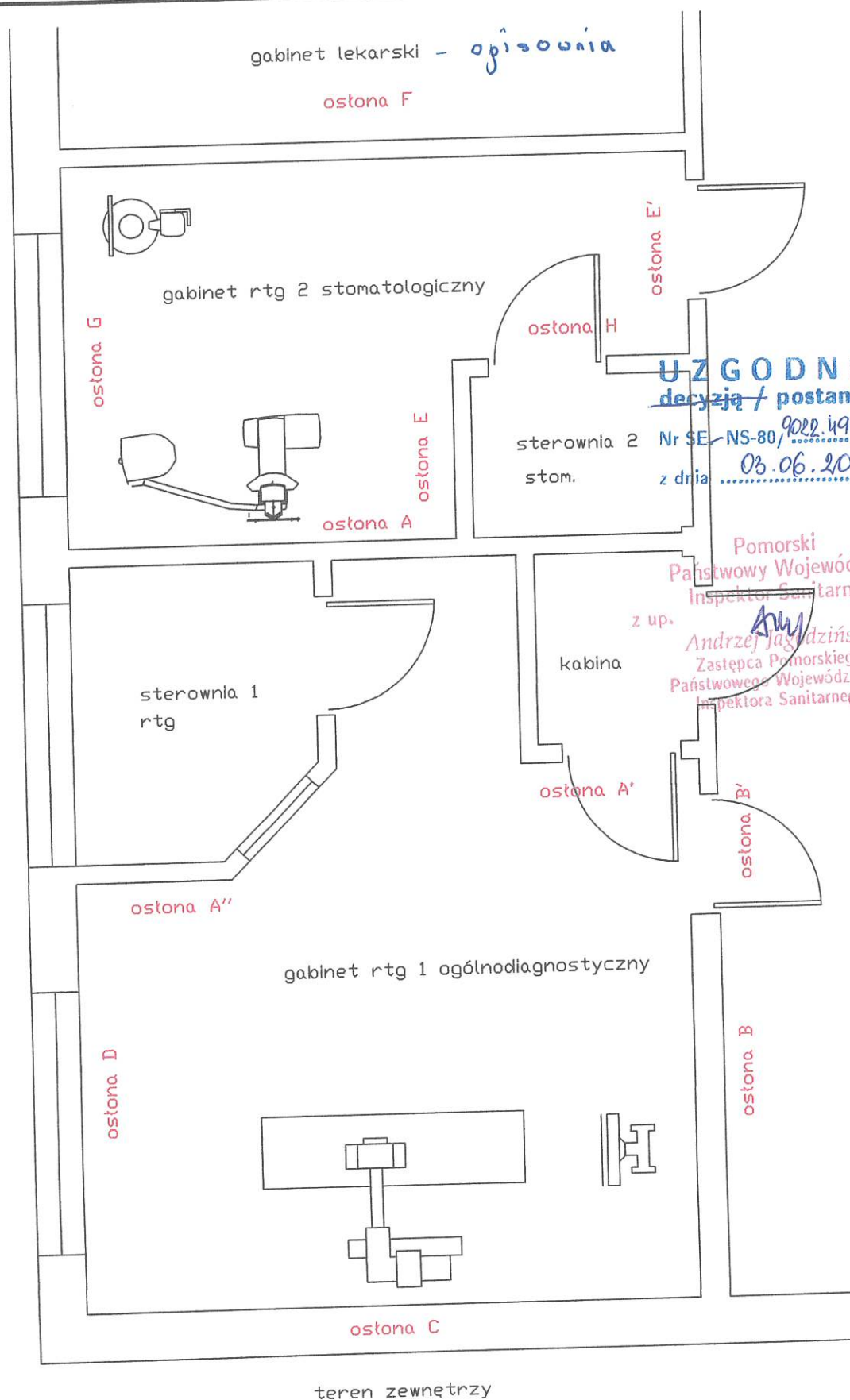
Rys. 1. Obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem X. Rozkład po-
mieszczeń.

Rys. 2. Obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem X. Odległości źró-
deł promieniowania I.

Rys. 3. Obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem X. Odległości źró-
deł promieniowania II.

Rys. 4. Obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem X. Odległości źró-
deł promieniowania III

Rys. 5. Obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem X. Kierunki wiązki
głównej.



Obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem X
Rozkład pomieszczeń

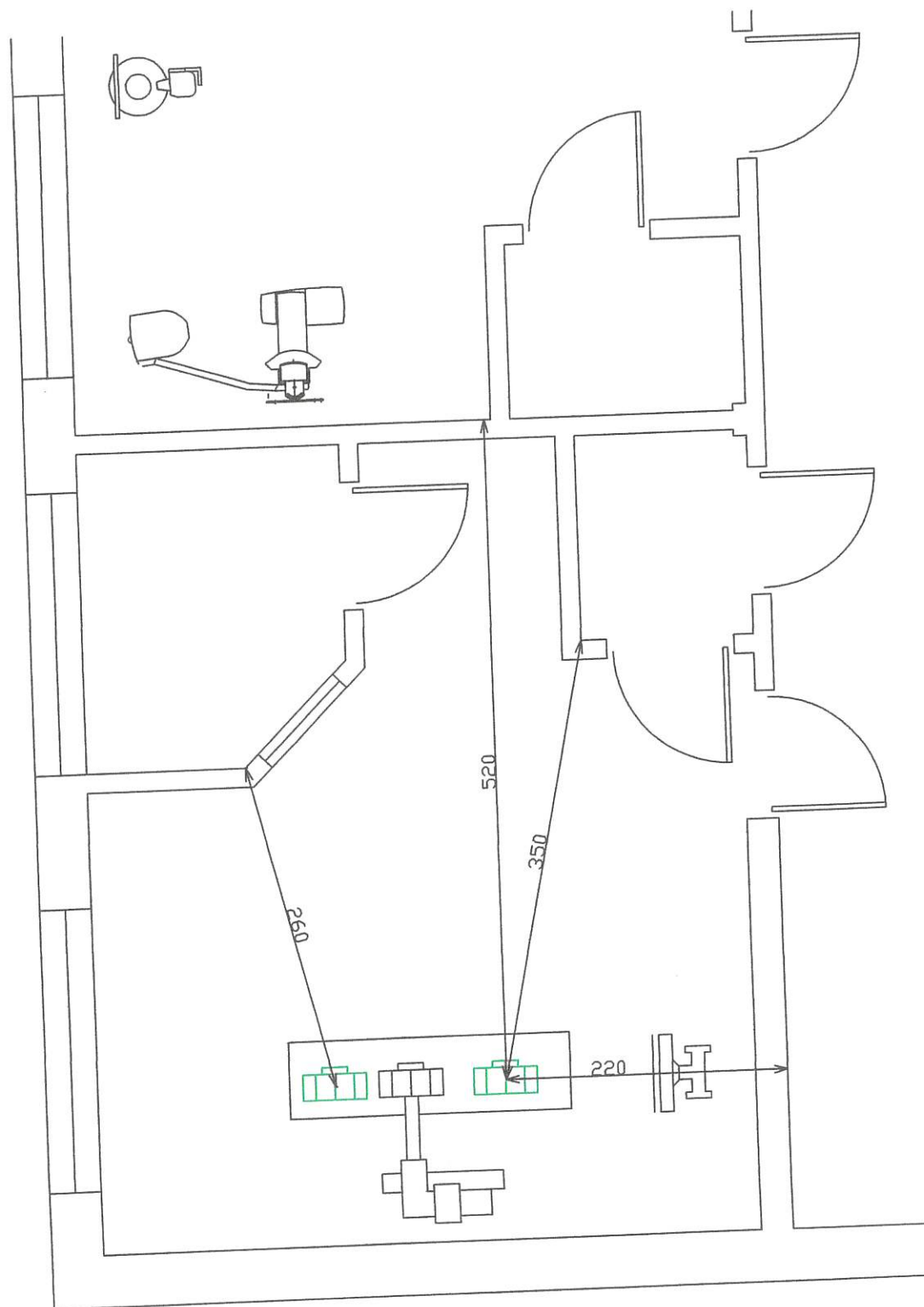
Sierakowice, ul. Lęborska 34

skala 1:50

kreślił: Maciej Kwaśniewski

III 2011

RYS.1



Obliczenia grubości osłon statych przed promieniowaniem X
 Odległości źródeł promieniowania I

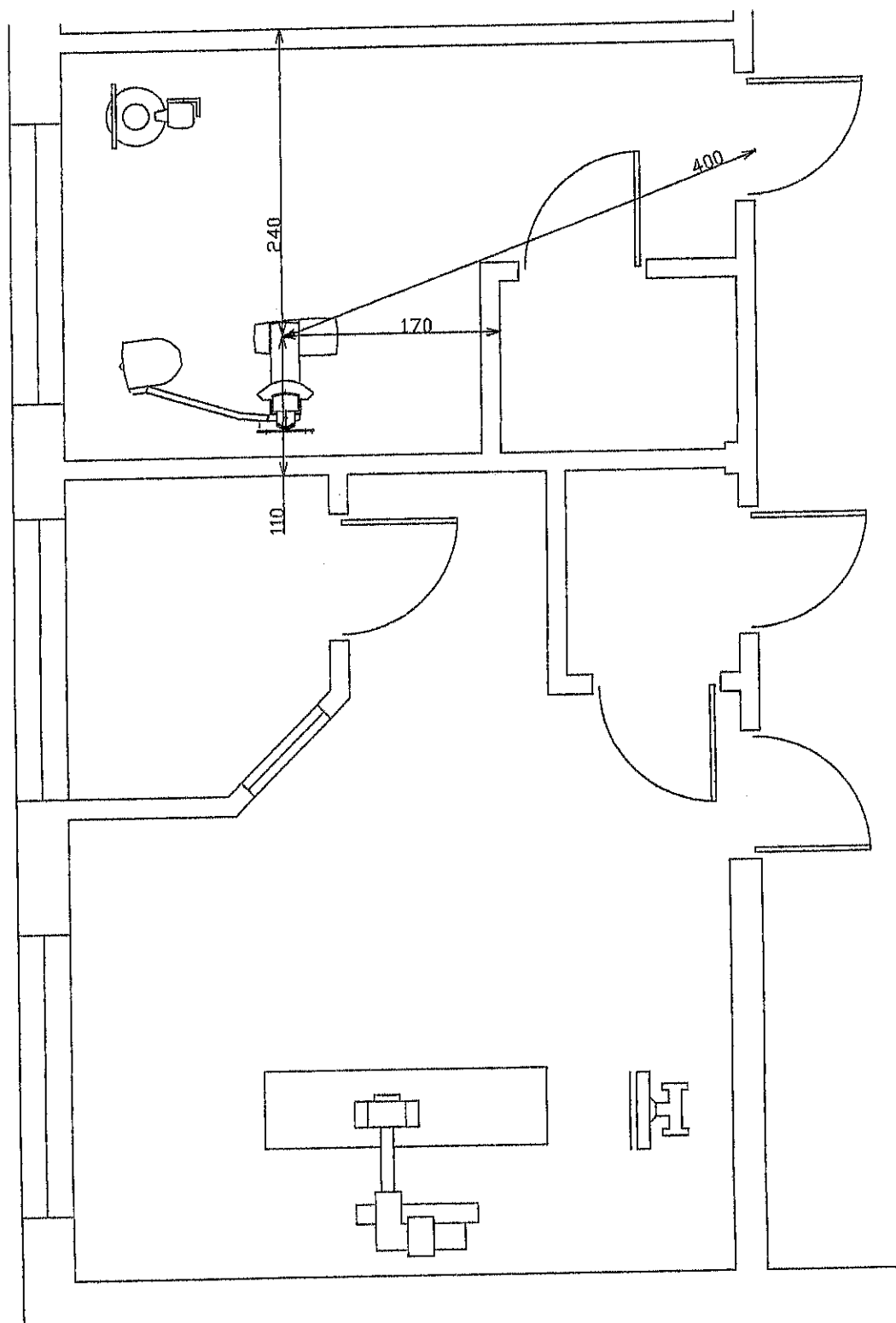
Sierakowice, ul. Lęborska 34

skala 1:50

kreślił: Maciej Kwaśniewski

III 2011

RYS.2



Obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem X
 Odległości źródeł promieniowania II

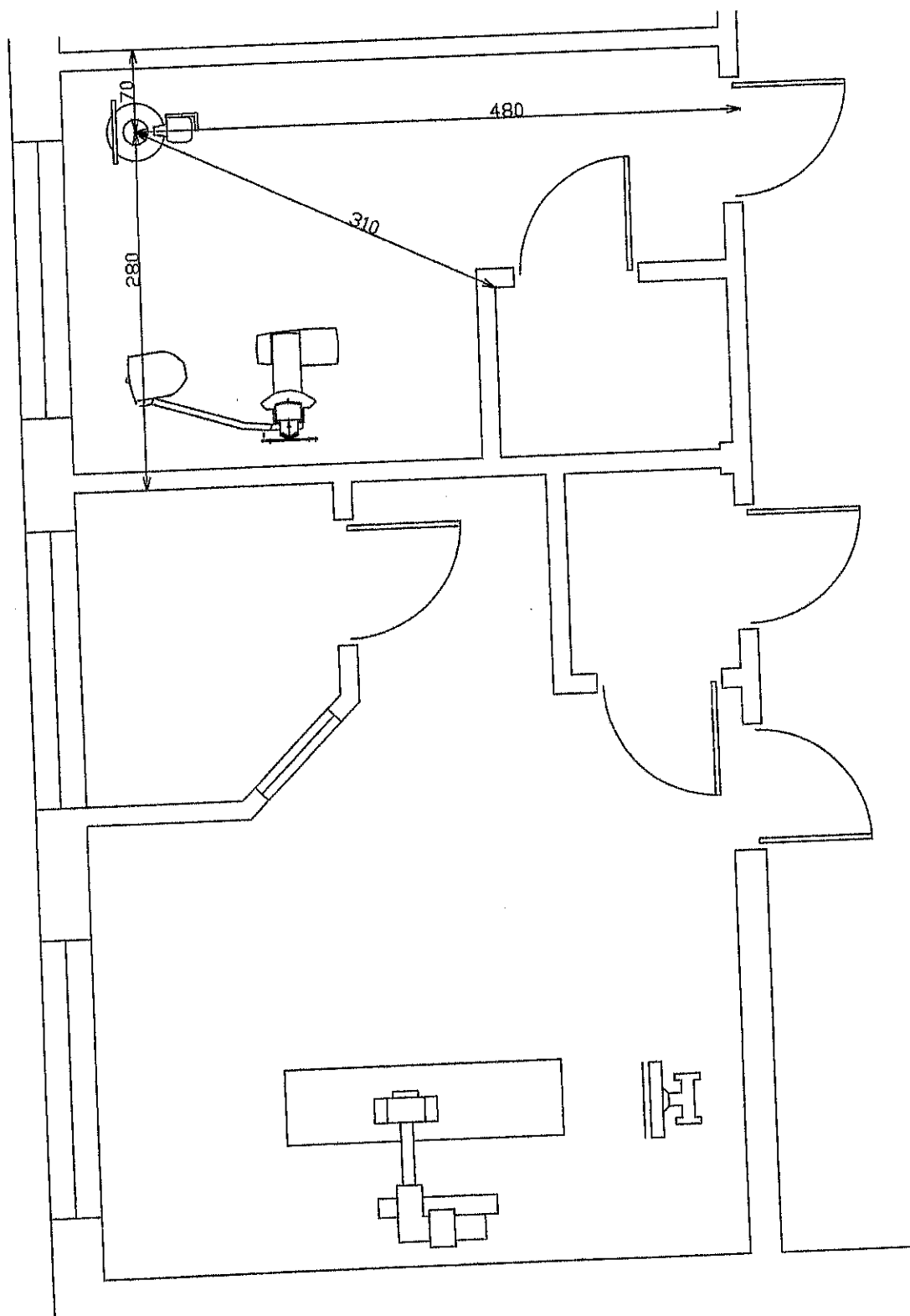
Sierakowice, ul. Lęborska 34

skala 1:50

kreślił Maciej Kwaśniewski

III 2011

RYS.3



Obliczenia grubości osłon stałych przed promieniowaniem X
 Odległości źródeł promieniowania III

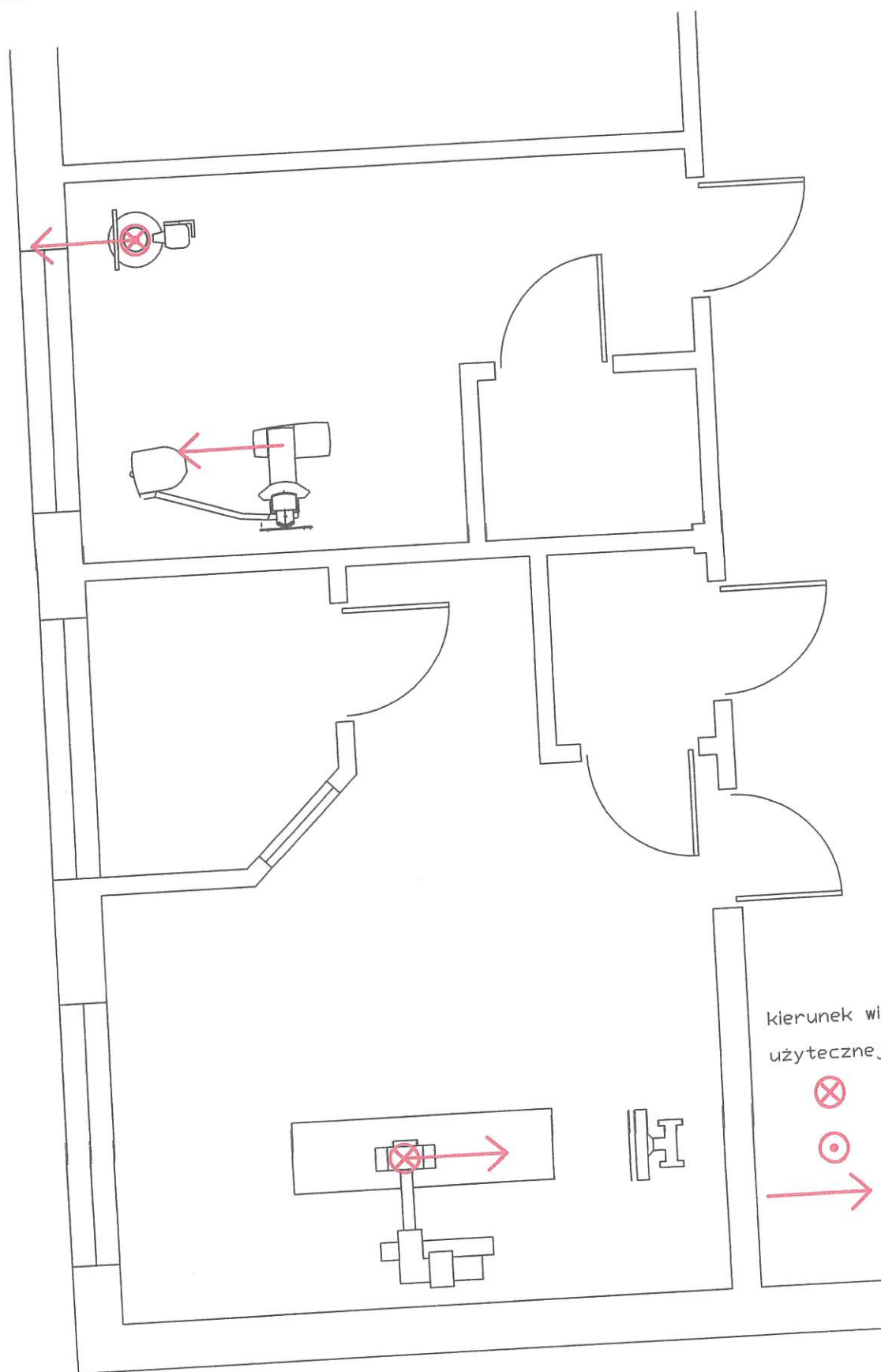
Sierakowice, ul. Lęborska 34

skala 1:50




kreślił Maciej Kwaśniewski

III 2011

RYS.4



kierunek wiązki
użytecznej:

-  pionowy dół
-  pionowy górą
-  poziomy

Obliczenia grubości osłon statych przed promieniowaniem X
Kierunki wiązki głównej

Sierakowice, ul. Leborska 34

skala 1:50

kreślił: Maciej Kwaśniewski

III 2011

RYS.5