

1. febrúar 1993

GEISLASKAMMTAR

VIÐ

BRJÓSTAMYNDATÖKUR

Tord Walderhaug^(a), Baldur F. Sigfússon^(b), Guðlaugur Einarsson^(a)
Sigurður M. Magnússon^(a) og Smári Kristinsson^(b)

(a) Geislavarnir ríkisins, Laugavegi 118d, 150 Reykjavík.

(b) Krabbameinsfélag Íslands, Skógarhlíð 8, Posthólf 5420, 125 Reykjavík.

Abstract - A dose measurement procedure for mammography which is based on automatic acquisition of exposure parameters is described. An assessment of the mean glandular tissue dose in the national mammography screening program for the period 1990 -1992 is presented. The mean dose per radiograph was 1.3 mGy. The standardized doses, expressed as mean glandular tissue dose for 45 mm thick breast with 50% glandular tissue content and measured with 45 mm perspex, have also been assessed for each unit used in the mammography screening. The doses from the three units evaluated were 1.2, 1.1 and 2.4 mGy respectively. Use of stationary aluminium interspaced scattering grid is the reason for the highest dose. An evaluation of the risk in connection with the mammography screening is also presented. A conservative estimate gives one radiation induced breast cancer every 11th year with today's practice.

Samantekt - Lýst er aðferð sem byggist á sjálfvirkri söfnun tókugilda, til mælinga á geislaskömmtum við brjóstamyndatöku. Meðalgeislaskammtur kirtilvefs við hópskoðunina á árunum 1990 til 1992 er metinn. Meðalgeislaskammtur á röntgenmynd var 1,3 mGy. Einnig hefur meðalgeislaskammtur fyrir staðlað brjóst verið metinn, þ.e. meðalgeislaskammtur kirtilvefs 45 mm þykks brjósts, sem hefur 50% kirtilvefs innihald og mælt með 45 mm plexigleri. Þessi þrjú tæki sem metin hafa verið og notuð eru í hópskoðuninni sýndu 1,2, 1,1 og 2,4 mGy. Notkun fastrar síu með ál-milliefni er ástæðan fyrir hæsta geislaskammtinum. Áhættan samfara hópskoðuninni hefur einnig verið metin. Búast má við einu tilfelli af geislamynduðu brjóstakrabbameini á 11 ára fresti.

Efnisyfirlit

Samantekt		
1.	Inngangur	1
2.	Framkvæmd	2
2.1	Framkvæmd mælinga	4
	Jónun í lofti sem fall af straumtíma	4
	Helmingunargildi (HVL)	5
	Háspenna	6
2.2	Tölvuvinnsla	7
3.	Niðurstöður	9
3.1	Niðurstöður frá einstökum tækjum	9
	Röntgentækið í Reykjavík	9
	Farandröntgentækið	11
	Röntgentækið á Akureyri	12
3.2	Heildargeislaskammtar	13
4.	Umræða	14
4.1	Óvissa í mælingum	14
4.2	Samanburður við aðrar rannsóknir	15
	Geislaskammtur miðað við 45 mm plexigler	15
	Geislaskammtamælingar í Svíþjóð og í Bretlandi	16
4.3	Áhætta vegna geislunar	17
5.	Lokaorð	20
	Heimildir	22
	Viðaukar (1-7)	

1. Inngangur.

Almenn hópskoðun kvenna með röntgenmyndatöku (mammógraffu) til leitar að krabbameini í brjóstum hefur verið framkvæmd á Íslandi á vegum Krabbameinsfélags Íslands (K.Í.) síðan í nóvember 1987. Almennt séð eru geislaskammtar á kirtilvef brjósta með þeim tækjum og myndgerðarkröfum sem notaðar eru við hópskoðanir vel þekktir. Nauðsynlegt er þó að leggja mat á og fylgjast með þeim geislaskömmtum sem um er að ræða við hópskoðanir í hverju landi. Annars vegar til staðfestingar á því að þeir séu innan eðlilegra marka samkvæmt alþjóðlegum viðmiðunum og hins vegar veita þeir mikilvægar upplýsingar um ýmsa gæðaðætti. Haustið 1991 veitti Vísindasjóður K.Í. Geislavörnum ríkisins styrk, að upphæð kr. 300.000.-, til að framkvæma slíkt mat. Um er að ræða samstarfsverkefni aðila frá Geislavörnum og Krabbameinsfélagi.

Markmið verkefnisins var fyrst og fremst að gera nákvæmar mælingar á geislaskömmtum kirtilvefs brjósta við röntgenmyndatöku á þeim. Einnig að nota þau mæligögn sem hafa verið tölvuskráð við hópskoðunina til að meta geislaskammta síðustu ára.

Verkefnið fólst einkum í ítarlegum mælingum á útgangsgeislun, helmingunargildi og háspennu þeirra þriggja röntgentækja sem notuð eru við hópskoðunina, ásamt vinnu við gerð tölvuforrits sem reiknar út geislaskammta út frá tölvuskráðum tókugögnum og þekktum reiknistuðlum. Þess má geta að slík tölvuskráning tókugagna við röntgenmyndatöku er nýjung hér á landi sem annars staðar. Ýmsir gallar í skráningunni komu þó í ljós, og varð vinnan við að færa gögnin yfir á nothæft form því margfalt meiri en búist var við.

Í ljós kom að tvö röntgentækjanna voru með meðalgeislaskammt á bilinu 1 - 1,2 mGy, en það þriðja var með meðalgeislaskammt hærrí en 2 mGy. Síðastnefnda tækinu þarf því að breyta til þess að það standist viðmiðanir geislavarnastofnanna Norðurlandanna⁽⁵⁾ um geislaskammta við hópskoðun með röntgenmyndatöku af brjóstum.

Frekari vinna er nauðsynleg til þess að lagfæra tölvuskráningarkerfi tókugagna við hópskoðunina og tengja nýja forritið við það. Gæti það þá nýst sem stöðugur gæðatryggingarvísir fyrir allt myndgerðarkerfið, um leið og upplýsingar um geislaskammta yrðu ætíð til reiðu.

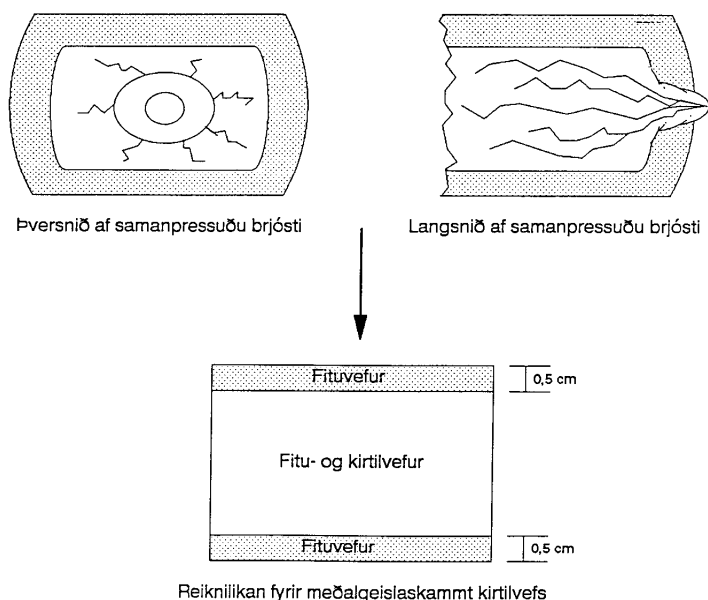
2. Framkvæmd.

Nákvæmar lýsingar á aðferðum til að mæla meðalgeislaskammt kirtilvefs brjósta hafa verið birtar annars staðar⁽¹⁻⁷⁾, og hér verður þeirri aðferð sem beitt var einungis lýst stuttlega. Geislaskammturinn er áætlaður með eftirfarandi framsetningu:

$$D_g = K_a * f$$

þar sem D_g er meðalgeislaskammtur kirtilvefs fyrir staðlað brjóst, sjá mynd 1, og K_a er jónun í lofti við yfirborð brjóstsins. Reiknistuðullinn f er fall af háspennu, helmingunargildi, tegund anóðu og forsíu röntgentækisins, og er gildi hans skráð í töflum^(3, 4).

Hér á eftir munum við nota orðið geislaskammtur þegar átt er við meðalgeislaskammt kirtilvefs einstaks brjósts. Þegar um er að ræða meðaltal margra mælinga er talað um meðalgeislaskammt.



Mynd 1

Reiknilíkan fyrir útreikning á meðalgeislaskammti kirtilvefs.

Við útreikning á reiknistuðlinum f hafa tvö mismunandi rúmfræðileg reiknilíkön einkum verið notuð:

- * Fastur pressuþrýstingur - jöfn brjóstabykkt (Firm Compression - Uniform Breast Thickness)
- * Miðlungs pressuþrýstingur - breytileg brjóstabykkt (Moderate Compression -Non-Uniform Breast Thickness).

Auk þess er greint á milli lóðréttrar (craniocaudal) og láréttrar (mediolateral) geislafestefnu.

Nokkur söfn með þessum reiknistuðlum eru til og í þessari rannsókn er stuðst við söfn reiknistuðla frá Servomaa og Tapiovaara⁽⁴⁾ og Rosenstein og Andersen⁽³⁾. Hið fyrrnefnda er nákvæmar útfært og greinir meðal annars á milli mismunandi tegunda forsía og anóða, en safnið inniheldur aðeins tölur fyrir lóðrétta geislafestefnu. Tölur fyrir lárétta geislafestefnu eru hins vegar skráðar í safn Rosensteins og Andersens fyrir miðlungs pressuþrýsting.

Fyrir orkusviðið sem notað hefur verið í hópskoðuninni, þ.e. 26-30 kV með helmingunargildið um 0,38 mm ál, er hlutfallið á milli geislaskammts við lárétta og lóðrétta geislafestefnu um 1,15 óháð tegund anóðu, forsíu eða kirtilvefsinnihaldi brjósts. Ástæðan fyrir auknum geislaskammti við lárétta geislafestefnu er aukin dreifigeislun frá líkama konunnar inn í brjóstið. Við hópskoðunina er ekki notuð lárétt geislafestefna heldur skástefna (mediolateral oblique). Skástefnan veldur svipaðri aukningu á dreifigeislun og og lárétt stefna og stuðullinn 1,15 því notaður.

Með tilliti til ofangreinds var eftirfarandi reiknisaðferð ákveðin:

1. Fyrir lóðrétta geislafestefnu eru stuðlar Servomaa og Tapiovaara fyrir miðlungs pressuþrýsting notaðir. Geislaskammturinn verður einnig reiknaður út fyrir fastan pressuþrýsting samkvæmt stuðlum Rosenstein og Andersen.
2. Þegar um er að ræða skástefnu eru notaðir stuðlar Servomaa og Tapiovaara fyrir miðlungs pressuþrýsting, lóðrétta geislafestefnu og stuðullinn því margfaldaður með 1,15.

Vegna þess að tókugögn frá hverri rannsókn (hvaða tæki var notað, kV, mAs, þykkt brjóstisins o.fl.) eru geymdar á tölvuformi hjá Krabbameinsfélaginu var ákveðið að útbúa forrit sem tekur þau og reiknar út geislaskammta samkvæmt aðferðinni að ofan. Við þennan útreikning þurfa einnig að vera til staðar í minni tölvunnar niðurstöður eftirfarandi mælinga:

1. Jónun í lofti sem fall af straumtíma (mAs) á ákveðnum stað í röntgensviðinu, mælt fyrir öll háspennugildi og tegundir sía.
2. Helmingunargildið (HVL) í áli mælt við hvert háspennugildi og síu.
3. Háspenna röntgentækisins.

2.1 Framkvæmd mælinga.

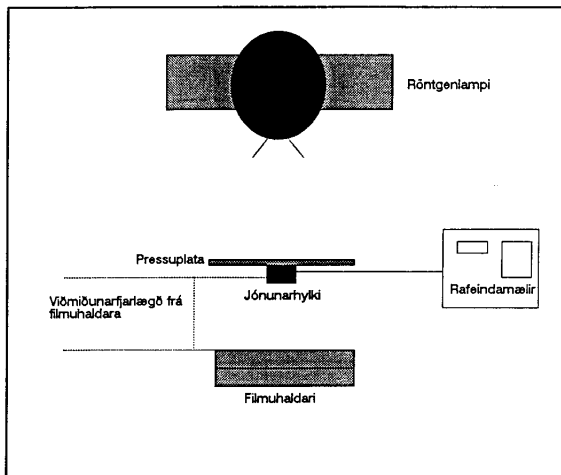
Jónun í lofti sem fall af straumtíma.

Jónun í lofti ("exposure") er skilgreind sem heildarhleðsla jóna af einni gerð (+ eða -) sem myndast vegna jónandi geislunar í hverri massaeiningu lofti. SI-einingin er Coulomb/kg (C/kg). Mælirinn sem var notaður í þessari rannsókn sýndi niðurstöður í R (röntgen) og er $1R = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$.

Í stað jónunar í lofti er algengt að gefa upp þá orku frá jónandi geislun sem hver massaeining geislaðs lofti tekur í sig ("air kerma"), og er einingin Joule/kg eða Gy.

Við mælingarnar var notaður Radcal-mælir með 10X-6M jónunarhylki sem er sérhannað fyrir mælingar í mammógráfu. Tækið er með kvörðun frá verksmiðjunni og var kvörðunin prófuð árið 1990 í sambandi við evrópska samanburðarmælingu á vegum PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt í Þýskalandi)⁽⁷⁾. Samanburðarmælingarnir sem voru fyrir geislaþæla sem notaðir eru í röntgengreiningu, sýndu að Radcal-mælirinn er með mjög flata svörun m.t.t. mismunandi háspennu og forsú, og að frávik frá réttu gildi er mjög lítið eða innan við 3% á öllu mælissviðinu.

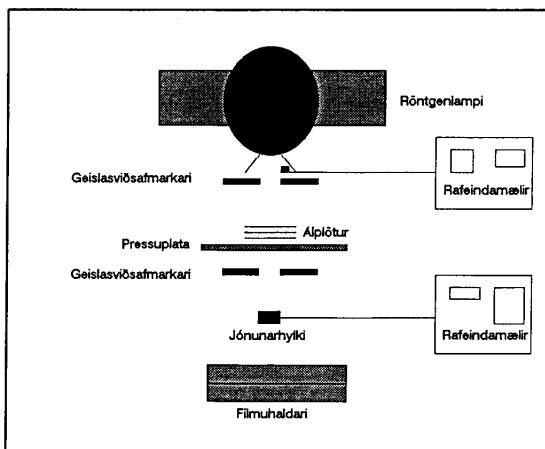
Við mælingarnar var jónunarhylkið staðsett neðan við pressuplötu röntgentækisins, sjá mynd 2. Mælt var við tólf mismunandi mAs-stillingar (5-250 mAs) og gerðar tvær eða þrjár mælingar fyrir hverja stillingu. Sambandinu á milli mAs og útgangsgeislunar er lýst með þriðjugráðu margliðu. Í ljós kom að öll tækin voru með mjög línulega útgangsgeislun m.t.t. mAs, þannig að einnargráðu margliða hefði verið nægileg. Samt sem áður var ákveðið að hafa þriðjugráðu margliðu við útreikningana í forritinu sem reiknar út geislaskammta, þannig að engar breytingar þyrfti að gera fyrir gögn frá tækjum með ólínulega útgangsgeislun. Niðurstöður eru birtar í viðauka 1.



Mynd 2 Mæling á jónun í lofti.

Helmingunargildi (HVL).

Upphaflega var ákveðið að framkvæma mælingarnar við tvö misstór geislasvið og áætla HVL með línulegri brúun frá þessum tveimur geislasviðum að núllsviði. Í ljós kom að munurinn á HVL eftir stærð geislasviðs var vel innan óvissumarka mælinganna. Brúunin var því ekki gerð og HVL einungis mælt fyrir eina stærð geislasviðs, sem er í samræmi við ráðleggingar geislavarnastofnanna á Norðurlöndunum⁽⁵⁾.



Mynd 3 Mæling á helmingunargildi.

Mæliuppstillingin er sýnd á mynd 3. Notaður var 38 mm stór geislasviðsafmarkari og 99,99+ % hreint ál frá Goodfellows Inc. í Englandi. Þykkt álplatnanna var ákveðin með því að vikta þær. Jónunin var mæld með Radcal-mæli með 10X-6M jónunarhyliki, og var svörun jónunarhylkis leiðrétt m.t.t. aukinnar meðalorku geislunar þegar ál var sett í geislasviðið. Til að fylgjast með breytileika í útgangsgeslun röntgentækisins var notaður Capintec-mælir með 0,6 ml jónunarhyliki. Meðaltal af þremur mælingum var notað fyrir hverja álþykkt. Til að lýsa sambandinu milli álþykktar og útgangsgeslunar var notuð nálgun með annarrargráðu margliðu og HVL reiknað út frá henni. Niðurstöður eru birtar í töflu 1 og í viðauka 2.

Tafla 1 Helmingunargildi (mm ál)

Háspenna (kVp)	Reykjavíkur- tækið	Farandtækið		Akureyrar- tækið
		Molybdensía	Palladíumsía	
26	0,33	0,37	0,38	0,33
27	0,35	0,38	0,41	0,34
28	0,36	0,38	0,42	0,35
29	0,36	0,38	0,43	0,35
30	0,37	0,39	0,44	0,36

Háspenna.

Frá upphafi starfsemi röntgendeildar K.Í. árið 1985 hafa tvær aðferðir verið notaðar til að mæla háspennu röntgentækjanna. Tækjunum fylgir mælir frá framleiðanda sem tengist "feedback"-lykkju í háspennustýringu þeirra og er hann kvarðaður í verksmiðjunni. Þá hefur verið notaður mælir frá fyrirtækinu RMI, sem mælir háspennuna út frá orku röntgengeislans sjálfs. Þessum mælum ber ekki saman, en skekkjan er línuleg. Margar skráningar eru til á gildum mældum með RMI-mælinum, og sýna þær að háspennan er mjög stöðug. Sveiflusjármyndir sýna að háspennan er mjög stöðug og ristíminn stuttur, 10-30 ms og spennuformið sem næst hreinu DC-formi. Digi-X-mælir Geislavarna ríkisins er með kvörðun fyrir mammógraffutæki og ber honum saman við mælinn frá framleiðanda. Niðurstöður mælinga með Digi-X eru lagðar til grundvallar í öllum geislaskammtaútreikningum.

2.2 Tölvuvinnsla.

Tökugögn frá hverri myndatöku í hópskoðuninni eru geymd sem öryggisafrit á ASCII formi í tölvum röntgentækjanna. Í ljós kom að tölvuskrárnar voru verulega gallaðar. Gagnasöfnunarforritið í tölvum röntgentækjanna var greinilega gallað og vinnubrögðum við það ábótavant.

Í fyrsta lagi hafði greinilega oft verið slökkt á tölvunum í lok vinnudags án þess að fara rétt að. Þetta hafði í för með sér að alls konar rugl kom inn í textaskrárnar og ómögulegt var að lesa þær án sérstakra ráðstafana. Gert var sérstakt forrit sem skipti skránum niður í hluta, tíndi ruglið út og setti síðan skrárnar saman að nýju.

Í öðru lagi höfðu oft verið tekin fleiri en eitt öryggisafrit af sömu gögnum og því margar færslur endurteknar, sem þurfti að finna og eyða.

Fleiri galla má nefna:

- * Tölustafi vantaði í kennitölur, og var sérstakt forrit útbúið til að laga þær. Kennitölur voru meðal annars notaðar til að kanna aldursdreifingu geislaskammtanna.
- * Ekki var hægt að nota gildin í sviðinu fyrir mAs.
- * Forritið tók ekki við geislunartímum sem voru lengri en 1000 ms. Sem betur fer voru líka í skránum niðurstöður frá geislaælingu sem röntgentækið gerir fyrir hverja myndatöku, og var hægt að ákvarða geislunartímann út frá henni.
- * Villutilkynningar röntgentækisins voru skrifaðar inn í skrárnar, sem er mjög óheppilegt.

Þegar búið var að laga skrárnar var þeim breytt í skrár fyrir PARADOX gagnagrunnskerfi, og öll áframhaldandi úrvinnsla var unnin í því.

Eins og áður hefur komið fram þurfa tæknilegar upplýsingar fyrir hvert tæki, þ.á.m. jónun í lofti á ákveðnum stað í röntgensviðinu og helmingunargildið, að liggja fyrir svo hægt sé að reikna út geislaskammta. Þessar upplýsingar eru geymdar í ASCII textaskrár og lesnar inn í minni tölvunnar þegar geislaskammtar eru reiknaðir út.

Til viðbótar þurfa reiknistuðlar frá jónun í lofti við yfirborð brjóstsins til geislaskammts kirtilvefs að vera til staðar. Með forriti sem notar línulega brúun í töflum úr stuðlasafni Servomaa og Tapiovaara⁽⁴⁾ eru búnar til sérstakar töflur fyrir hvert röntgentæki. Þær eru síðan skrifaðar inn í lok áður nefndra upplýsingaskráa. Skrárnar eru sýndar í viðauka 3.

Pascal-forrit sem reiknar út geislaskammta er birt í viðauka 4. Hluta af þessu forriti er hægt að tengja gagnasöfnunarforriti röntgentækjanna og fá þannig sjálfvirka útreikninga og birtingu geislaskammts á skjá við hverja myndatöku.

3. Niðurstöður.

3.1 Niðurstöður frá einstökum tækjum.

Þrjú röntgentæki hafa aðallega verið notuð við hópskoðun á brjóstum kvenna. Eitt á röntgendeild K.Í. í Skógarhlíð 8, Reykjavík, eitt farandtæki sem flutt hefur verið um landið og eitt á Fjórðungssjúkrahúsinu á Akureyri. Meðalgeislaskammtar í töflunum hér á eftir eru reiknaðir út samkvæmt stuðlum Servomaa og Tapiovaara⁽⁴⁾. Ítarlegar niðurstöður, þar sem meðal annars eru reiknaðir út meðalgeislaskammtar samkvæmt stuðlum Rosenstein og Andersen⁽³⁾, eru birtar í viðauka 5. Tölvugögnin hafa einnig gefið tækifæri til að kanna marga aðra þætti, og er dæmum um það lýst í viðauka 6.

Röntgentækið í Reykjavík.

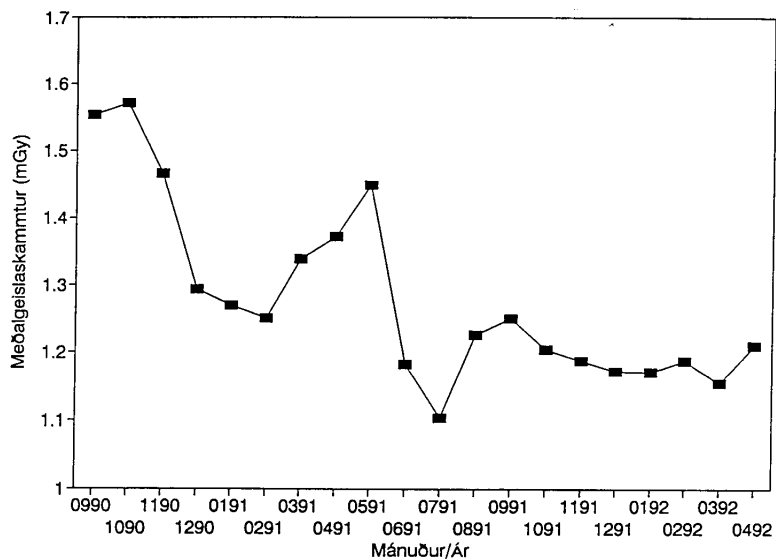
Tækið er með molybdenanóðu, molybdenforsú og hreyfanlega dreifigeislasíu. Föst dreifigeislasía var á tækinu áður en neðangreindar mælingar hófust. Meðalgeislaskammtar og aðrar upplýsingar eru sýnd í töflu 2.

Tafla 2. Niðurstöður frá Reykjavíkurtæki, september 1990 - apríl 1992.

Ár	Fjöldi skráðra myndataka	Meðalgeislaskammtur (mGy)	Staðalfrávik mælinga (mGy)	Hæsti geislaskammtur (mGy)
1990	4491	1,4	0,6	8,4
1991	17838	1,3	0,7	8,4
1992	1456	1,2	0,6	4,4

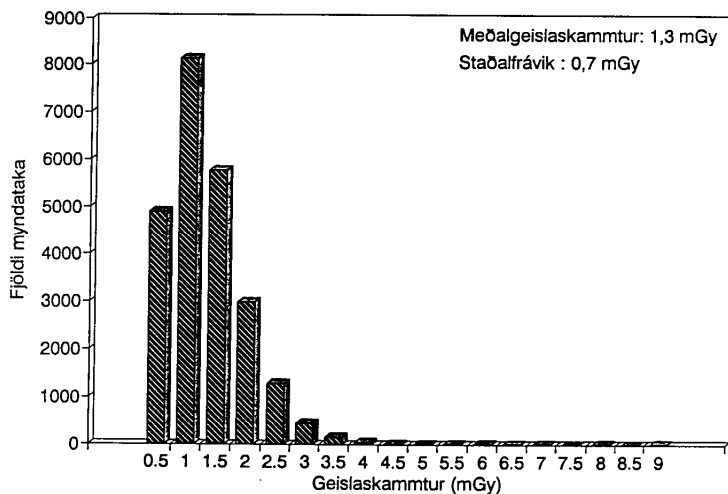
Eins og sjá má í töflunni og á mynd 4 hefur geislaskammturinn lækkað lítillega frá 1990. Tækið hefur verið óbreytt allt tímabilið, þannig að lækkunin gæti t.d. átt rætur að rekja til vinnubragða röntgentæknanna. Þó er ekki hægt að benda ákveðið á neinn sérstakan þátt. Rætt er nánar um þetta í viðauka 6.

Dreifing geislaskammtanna fyrir allt tímabilið, þ.e. september 1990 - apríl 1992, er sýnd á mynd 5. Dreifingin er dæmigerð, og svipuð fyrir öll tækin. Geislaskammturinn sem fall af brjóstabykkt er sýndur á mynd 6.



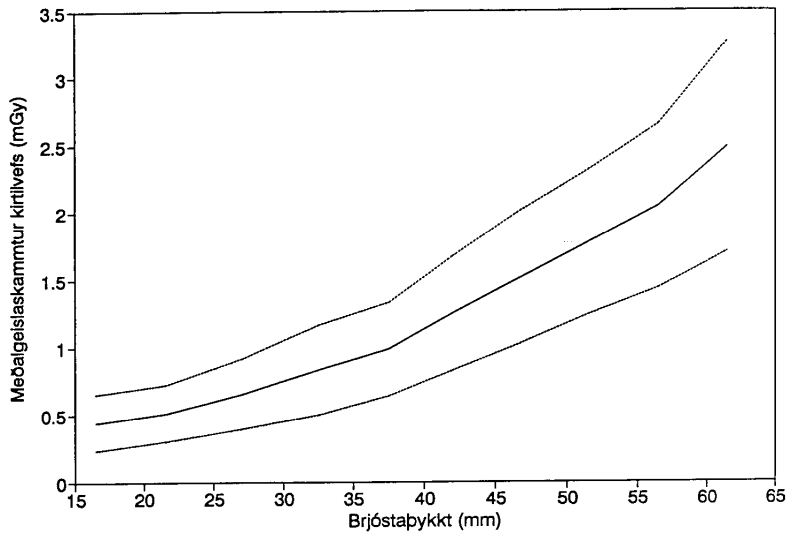
Mynd 4

Þróun meðalgeislaskammta fyrir Reykjavíkurtækið, september 1990 - apríl 1992. Púntarnir á ferlinum sýna meðalgeislaskammt kirtilvefs hvers mánaðar.



Mynd 5

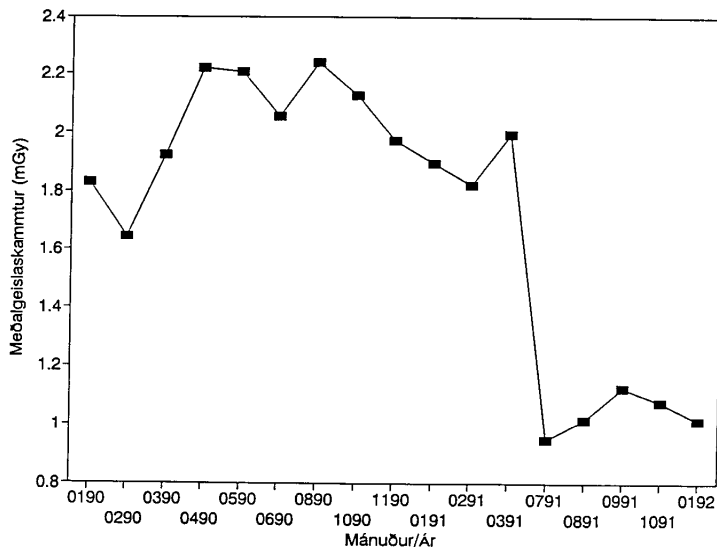
Dreifing meðalgeislaskammta kirtilvefs fyrir Reykjavíkurtækið, september 1990 - apríl 1992.



Mynd 6 Meðalgeislaskammtar sem fall af brjóstþykkt fyrir Reykjavíkurtækið, september 1990 -apríl 1992. Punktalínur sýna +/- 1 staðalfrávik.

Farandröntgentækið.

Þetta röntgentæki er frábrugðið hinum að því leyti að hægt er að velja á milli tvenns konar forsía, molybdenum og palladíum. Auk þess er tækið með wolframanoðu. Á miðju ári 1991 var tækinu breytt, þannig að í stað upprunalegrar fastrar dreifigeislasú var sett hreyfisía. Þetta hafði í för með sér verulega lækkun á geislaskammti eins og glögg má sjá á mynd 7 og í töflu 3.



Mynd 7 Þróun meðalgeislaskammta fyrir farandtækið, 1990 - 1992.

Tafla 3. Niðurstöður frá farandröntgentæki, janúar 1989 - mars 1992.

Ár	Fjöldi skráðra myndataka	Meðalgeisla-skammtur (mGy)	Staðalfrávik mælinga (mGy)	Hæsti geisla-skammtur (mGy)
1989	12795	1,9	0,7	7,8
1990	5773	2,0	0,7	6,7
1991, fyrir breytingu	2994	1,9	0,6	5,4
1991, eftir breytingu	2162	1,0	0,4	3,9
1992	524	1,0	0,4	2,9

Röntgentækið á Akureyri.

Tækið á Akureyri er með molybdenanóðu, molybdenforsú, og fastri dreifigeislasú. Tölvann sem er tengd við tækið geymir ekki dagsetningu og tíma þegar slökkt er á henni, og þarf því að slá slíkt inn í hvert skipti sem kveikt er á tölvunni. Það hefur ekki verið gert, og því er ekki hægt að rekja geislaskammta til einstakra ára eins og á hinum tækjunum. Hins vegar hafa engar breytingar verið gerðar á tækinu síðan það var tekið í notkun. Meðalgeislaskammtur og aðrar upplýsingar fyrir árin 1990-1992 eru sýndar í töflu 4.

Tafla 4. Niðurstöður frá Akureyrartæki, 1990 - 1992.

Fjöldi skráðra myndataka	Meðalgeisla-skammtur (mGy)	Staðalfrávik mælinga (mGy)	Hæsti geisla-skammtur (mGy)
2854	2,1	0,8	5,7

Eins og sjá má er geislaskammturinn mun hærri en í hinum tækjunum, sem stafar fyrst og fremst af því að það er með öðruvísi dreifigeislasú. Um er að ræða fasta dreifigeislasú þar sem milliefnið er ál, en hin tækin eru með hreyfisú þar sem milliefnið er pappír. Ekki er hægt að fá fasta dreifigeislasú með pappír sem milliefni.

3.2 Heildargeislaskammtar.

Með því að margfalda meðalgeislaskammt fyrir hvert ár og tæki með heildarfjölda kvenna sem rannsakaðar voru er hægt að áætla meðalgeislaskammt og heildargeislaskammt vegna hópskoðunarinnar. Við hverja rannsókn eru teknar fjórar myndir, tvær af hvoru brjósti, þannig að geislaskammtur á hverja konu verður tvöfaldur meðalgeislaskammtur. Niðurstöður fyrir árin 1990 og 1991 eru sýndar í töflu 5.

Tafla 5. Fjöldi rannsókna, meðal- og heildargeislaskammtar, 1990 og 1991.

	Fjöldi rannsókna			Meðal-geisla-skammtur á rannsókn (mGy)	Heildar-geisla-skammtur (Gy)
	Reykjavík	Farandtækið	Akureyri		
1990	9077	4110	559	3,2	44,2
1991, fyrir breytingu á farandtækinu	2317	946	278	3,0	10,8
1991, eftir breytingu á farandtækinu	6599	3338	708	2,6	26,8

Með vissum fyrirvörum um heildarfjölda rannsókna er hægt að áætla geislaskammt fyrir árið 1992. Farandröntgentækinu var breytt í ágúst 1991 og mælingar sýna að geislaskammturinn varð svipaður og í Reykjavíkurtækinu. Ef reiknað er með að helmingur af rannsóknum ársins á þessu tæki hafi verið gerðar fyrir breytinguna, að engar breytingar verði gerðar á tækinu á Akureyri og að fjöldi rannsókna verði sami og 1991, verður meðalgeislaskammtur á rannsókn **2,6 mGy** og heildargeislaskammtur um **37 Gy**. Með því að setja hreyfisú á tækið á Akureyri mun geislaskammturinn lækka um **2 Gy**, svo hægt er að reikna með að árlegur geislaskammtur vegna hópskoðunar hér á landi muni verða um **35 Gy** eða **2,5 mGy** á rannsókn.

4. Umræða.

4.1 Óvissa í mælingum.

Til þess að meta skekkjumörk í geislaskammtamælingum þarf að meta óvissuna í mælingum á jónun í lofti og í reiknistuðlinum sem notaður er til að reikna frá jónun í lofti á yfirborði brjósts til meðalgeislaskammts kirtilvefs.

Óvissa í mælingum á jónun í lofti á viðmiðunarstað í röntgensviðinu er innan við 4%. Hér er reiknað með 5 mm óvissu í staðsetningu jónunarhyllkis, sem leiðir af sér 2,5% óvissu í mælingum miðað við 395 mm fókus-nema-fjarlægð, og 3% óvissu í svörun jónunarhyllkis.

Óvissan í reiknistuðlinum er háð eftirfarandi þáttum:

- * Óvissu í háspennu röntgentækisins. Hún er innan við 1,5 kVp og leiðir af sér 0,03 mGy/R óvissu í reiknistuðlinum.
- * Óvissu í helmingunargildinu. Hana er mjög erfitt að meta, en miðað við grein eftir Wagner et. al.⁽⁶⁾ er reiknað með að hún sé innan við 7%, sem leiðir af sér 0,09 mGy/R óvissu í reiknistuðlinum.
- * Óvissu í kirtilvefsinnihaldi brjósts. Við geislaskammtaútreikninga hafa verið notaðir stuðlar fyrir 50% kirtilvefsinnihald. Ef reiknað er með að meðalkirtilvefsinnihald brjósta íslenskra kvenna sé á bilinu 40-60%, leiðir það til 0,08 mGy/R óvissu í reiknistuðlinum.
- * Óvissu í brjóstapykkt sem er +/- 5 mm. Hún hefur hins vegar einnig áhrif á gildi fyrir jónun í lofti við yfirborði brjósts, og verka þessir þættir hvor á móti öðrum. Ef mæld brjóstapykkt er minni en í raun þá er reiknuð jónun við yfirborð brjósts einnig minni en í raun. Hins vegar verður valinn reiknistuðull of hár. Þetta snýst við ef brjóstapykktin mælist stærra en hún er. Með því að reikna út geislaskammta fyrir mismunandi þykk brjóst en með sama geislunartíma hefur komið í ljós að 5 mm breyting í brjóstapykkt leiðir af sér 7% breytingu á geislaskammti. Þetta samsvarar 0,11 mGy/R óvissu í reiknistuðlinum.

Heildaróvissan í reiknistuðlinum er því 0,17 mGy/R og með 4% óvissu í jónun í lofti við yfirborð brjósts verður óvissa geislaskammtaútreikninga 11%. Þegar geislaskammtur er metinn fyrir staðlað brjóst, þ.e. við notkun plexiglers og 50% kirtilvefshlutfall, hverfur bæði óvissan vegna brjóstapykktar og kirtilvefshlutfalls og óvissan í reiknistuðlinum verður því 0,09 mGy/R eða 6% óvissa í geislaskammti.

Sem dæmi má taka meðalgeislaskammt fyrir tækið í Reykjavík árið 1992. Hann er 1,2 mGy, með 0,1 mGy óvissu. Ef miðað er við staðlað brjóst (sjá kafla 4.2) verður geislaskammturinn 1,1 mGy, með 0,1 mGy óvissu.

4.2 Samanburður við aðrar rannsóknir.

Í þessum hluta verða niðurstöðurnar bornar saman við sambærilegar erlendar rannsóknir og viðmiðanir varðandi geislaskammta við brjóstamyndatökur.

Geislaskammtur miðað við 45 mm plexigler.

Til viðmiðunar og til að bera saman mismunandi tækni og tæki á milli staða og landa er 45 mm plexigler notað sem líkan af brjósti með 50% fitu og 50% kirtilvefsinnihald. Niðurstöður fyrir tækin á Íslandi eru sýndar í töflu 6.

Tafla 6. Niðurstöður við geislun á 45 mm plexigler, lóðrétt geislustefna.

Tæki	Háspenna/ straumur (kV/mA)	Geislunar- tími (ms)	Meðal- geisla- skammtur kirtilvefs (mGy) ^(a)	Meðal- geisla- skammtur kirtilvefs (mGy) ^(b)	Geisla- skammtur við yfirborð brjósts (mGy) ^(c)
Reykjavík	28/75	430	1,1	1,2	6,3
Farandtæki, molybden	28/85	690	1,1	1,1	5,5
Akureyri	28/55	1290	2,3	2,4	13,1

(a) Samkvæmt Servomaa og Tapiovaara⁽⁴⁾

(b) Samkvæmt Rosenstein og Andersen⁽³⁾

(c) Geislaskammtur miðað við vöðva, innifalið dreifigeislun, við yfirborð brjósts.

Geislavarnastofnanir á Norðurlöndunum mæla með að ofangreindir meðalgeislaskammtar kirtilvefs séu minni en 1,4 mGy⁽⁶⁾. Greinilegt er því að Akureyrartækið liggur ofan þeirra marka.

Evrópubandalagið mælir með að geislaskammtur við yfirborð staðlaðs brjósts án notkunar dreifigeislasíu sé minni en 10 mGy⁽⁹⁾, sem er mun hærri en það sem geislavarnastofnanir á Norðurlöndum miða við. Heilbrigðisráðuneytið í Bretlandi (Department of Health and Social Security) hefur sett sem viðmiðun að meðalgeislaskammtur kirtilvefs fyrir staðlað brjóst sé minni en 3 mGy⁽¹⁰⁾, og Bandaríska geislavarnaráðið (National Council of Radiation Protection) miðar við 4 mGy⁽²⁾. Öll íslensku tækin sem notuð eru við hópskoðunina eru þannig vel innan þessara marka.

Geislaskammtamælingar í Svíþjóð og í Bretlandi.

Geislaskammtamælingar hafa verið gerðar í Gautaborg í Svíþjóð í sambandi við hópskoðun þar⁽¹¹⁾. Gerðar voru mælingar á 1350 konum og er reiknisaðferðin mjög svipuð okkar, þ.e. umreikningur frá jónun í lofti til meðalgeislaskammts kirtilvefs með notkun viðurkenndra stuðla. HVL var mæld án pressuplötu í geislasviðinu og niðurstaðan verður því HVL=0,3 mm ál (þ.e. 0,06 mm minni en hjá okkur, sem þýðir u.þ.b. 20% lækun á geislaskammti) og notaðir voru stuðlar Rosensteins og Andersens. Meðalgeislaskammtur í Gautaborg var **1,2 mGy** með **0,5 mGy** staðalfrávik og meðalþykkt brjóstá 50 mm. Gerð röntgentækisins í Reykjavík er mjög svipuð og tækisins í Gautaborg. Ef notaður er sami reiknistuðull (þ.e. Rosenstein og Andersen fyrir HVL=0,32 mm, sjá viðauka 1) verður meðalgeislaskammtur fyrir Reykjavíkurtækið árið 1992 **1,1 mGy**, staðalfrávik **0,6 mGy** og meðalþykkt brjóstá er **45 mm**, sjá viðauka 5. Munurinn (0,1 mGy) stafar af mismunandi þykkt brjóstá, svo niðurstöðurnar eru mjög svipaðar.

Mælingar á plexigleri hafa verið gerðar í Bretlandi á stórum hluta þeirra röntgentækja sem notuð eru við hópskoðun⁽¹²⁾. Aðferðin við að meta geislaskammt er hins vegar talsvert frábrugðin okkar og er notaður geislunartími miðað við 40 mm plexigler en reiknistuðla fyrir 45 mm brjóst. Mælingarnar sýna að geislaskammtar staðlaðs brjósts eru á bilinu 0,7-2,6 mGy og 1,3 mGy er meðaltal fyrir öll tækin sem rannsóknin náði til. Sama reiknisaðferð gefur 0,8 mGy fyrir Reykjavíkurtækið og 1,8 mGy fyrir Akureyrartækið.

4.3 Áhætta vegna geislunar

Í eftirfarandi umfjöllun er aðeins fjallað um einn þátt af mörgum sem hafa áhrif á mat á heildargagnsemi hópskoðunar vegna brjóstakrabbameins.

Þegar meðalgeislaskammtur og fjöldi rannsókna á hverju ári eru þekktir, er hægt að segja eitthvað um áhættu í sambandi við núverandi aðferð. Mjög mikil óvissa er þó tengd útreikningum af þessu tagi, svo að eftirfarandi niðurstöður sýna frekar stærðargráður en nákvæm töluleg gildi.

Margar rannsóknir hafa verið gerðar til að skilgreina áhættu af jónandi geislun á brjóst. Vitað er, að háum geislaskömmtum fylgir aukin áhætta á myndun krabbameins í brjóstum sem og öðrum líffærum. Þegar notað er svokallað línulegt reiknilíkan (þ.e. línulegt samband á milli áhættu og geislaskammts), gefa rannsóknir svipaðar niðurstöður, þ.e. 2-8 umframkrabbamein per 10.000 konur per ár per Gy. Ekki er sannað að lágir geislaskammtar valdi aukinni áhættu. Við áhættuútreikninga er þó reiknað með línulegu sambandi, í samræmi við ráðleggingar Alþjóðageislavarnaráðsins (International Commission of Radiation Protection, ICRP). Síðustu ár hafa áhættustuðlar fyrir banvænt krabbamein vegna jónandi geislunar farið hækkandi fyrir aðra líkamshluta en brjóst.

Áhættustuðlarnir sem hér verða notaðir eru teknir úr síðustu skýrslu National Academy of Sciences í Bandaríkjunum, BEIR V⁽¹³⁾, sjá töflu 7. Tölur þessarar skýrslu voru meðal annars notaðar af Alþjóðageislavarnaráðinu, í mati þess á áhættu vegna jónandi geislunar⁽¹⁴⁾. BEIR V er sérstök að því leyti að hér kemur fram í fyrsta skipti lækun áhættu á krabbameini í brjósti með tilliti til aldurs konunnar við geislunina.

Tafla 7 Banvæn umframkrabbamein (excess lifetime mortality) eftir 1 Gy röntgengeislun⁽¹³⁾.

Aldur (ár) við geislun	Banvæn umframkrabba- meín per 10 ⁴ konur
35	43
45	20
55	6
65	--

Áhættustuðlar BEIR V eru gefnir upp sem áhætta vegna banvæns krabbameins. Hér á eftir eru þessir stuðlar tvöfaldaðir til þess að bæta við læknanlegu krabbameini, og er það samkvæmt aðferðum Alþjóðageislavarnaráðsins^(14, tafla B-19).

Í töflu 8 er sýndur áætlaður fjöldi krabbameina sem myndast samkvæmt BEIR V þegar meðalgeislaskammtur er 2,0 og 2,5 mGy á rannsókn.

Tafla 8 Umframkrabbamein per 10^4 per Gy og per 10^6 rannsóknir⁽¹³⁾.

Aldur við geislun (ár)	Umframkrabbamein per 10^4 per Gy	Umframkrabbamein per 10^6 rannsóknir	
		2,0 mGy á rannsókn	2,5 mGy á rannsókn
35 - 39	77	15	19
40 - 44	54	11	14
45 - 49	34	7	9
50 - 54	20	4	5
55 - 59	6	1	2
60 -	--	--	--

Ef reiknað er með því að 15.000 konur að meðaltali fari í krabbameinsleit á hverju ári og að 30 krabbamein að meðaltali greinist eingöngu vegna myndatökunnar, má meta hlutfall milli greindra krabbameina og geislamyndaðra umframkrabbameina. Niðurstöður eru sýndar í töflu 9.

Tafla 9 Hlutfall milli greindra og geislamyndaðra krabbameina.

Aldur við geislun (ár)	Fjöldi kvenna	Fjöldi greindra krabbameina	Hlutfall milli greindra og geislamyndaðra krabbameina	
			2,0 mGy á rannsókn	2,5 mGy á rannsókn
35 - 39	1000	2	130	100
40 - 44	2500	4	150	120
45 - 49	2500	4	230	180
50 - 54	2500	4	400	320
55 - 59	2500	4	1600	1300
60 -	4000	4	----	---

Ef aldursdreifing kvenna í hópskoðuninni er eins og í töflu 9, áhættustuðlar eins og í töflu 8 og meðalgeislaskammtur 2,5 mGy á rannsókn, má reikna með að eitt krabbameinstillfelli myndist að meðaltali á ellefu ára fresti. Ef geislaskammturinn er 2,0 mGy á rannsókn ætti eitt krabbameinstillfelli að myndast á fjórtán ára fresti. Miðað við þessa niðurstöður hefur hópskoðun með röntgenmyndatöku af brjóstum ótvírætt gildi og þess meira sem konurnar eru eldri, sé eingöngu miðað við hlutfall greindra og geislamyndaðra krabbameina.

5. Lokaorð.

Mjög ítarleg úttekt á hópskoðuninni frá geislavarnasjónarmiði hefur nú verið framkvæmd. Sýnt hefur verið fram á að hægt er að halda geislaskömmtum og þar af leiðandi áhættu vegna starfseminnar langt fyrir neðan alþjóðlegar viðmiðanir.

Hins vegar er rétt að benda á eftirfarandi:

1. Nauðsynlegt er að skipta um dreifigeislasú í tækinu á Akureyri ef ætlunin er að halda áfram hópskoðun með því tæki. Tekið skal fram að í viðmiðunum Norðurlandanna er einkum tekið fram að notkun á fastri dreifigeislasú er ekki æskileg í sambandi við hópskoðun^(5, bls. 6).
2. Nauðsynlegt er að geta fylgst náið með getu myndgerðarkerfisins, þ.e. ástandi röntgentækja og framköllunar. Gagnasöfnunarforritið kemur í því sambandi að mjög góðum notum. Það er því mjög mikilvægt að tölvan sé alltaf í notkun við myndatökur. Ákveðnar tregðu hefur gætt hjá starfsfólki við að nota gagnasöfnunartölvurnar, en það breytist vonandi þegar sést til hvers hægt er að nota gögnin. Komið hefur í ljós, að hnökrar eru á forritinu og er nauðsynlegt að lagfæra þá. Auk þess þarf að tryggja að dagsetning og tími verði alltaf færð inn í tölvuna á Akureyri þegar kveikt er á henni.

Hægt er að gera forritið enn betra og er hér bent á eftirfarandi:

- * Láta forritið reikna út geislaskammta og birta niðurstöður á skjá eftir hverja töku.
- * Forritið gæti metið hvort nota þurfi svertuleiðréttingu (density correction) í upphafi hvers vinnudags.

Einnig er hægt að gera sérstakt forrit til að fylgjast náið með nokkrum þáttum í notkun röntgentækjanna, svo sem geislaskömmtum, pressuþrýstingi, notkun háspennu og svertuleiðréttingu, svo og breytingum á öllum þessum atriðum. Forrit af þessu tagi yrði ómetanlegt hjálpartæki, við ákvarðanir sem varða gæði heildarkerfisins. Nefna má atriði eins og val á filmuhylki og ljósmögnunarþynnu, vinnubrögð við myndatökuna, ástand tækjabúnaðar o.s.frv. Þar sem mjög auðvelt væri að greina tilhneigingar einstakra breyta, yrði í mörgum tilfellum hægt að gera leiðréttingar áður en frávik yrðu marktæk.

Sýningarforrit af þessu tagi hefur verið útbúið, og var lýsing á því birt á sýningarspjaldi á ráðstefnu í Þýskalandi, "Test Phantoms and Optimisation in Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine", og grein tengd sýningarspjaldinu hefur verið samþykkt til birtingar í "Radiation Protection Dosimetry". Ljósrit af greininni er birt í viðauka 7.

Í viðauka 6 er fjallað um samspil pressuþrýstings, brjóstaþykktar og háspennu, en þessi rannsókn hefur ekki leitt í ljós einfalt sambengi á milli pressuþrýstings og geislaskammts þrátt fyrir að í sumum heimildum^(2,5) komi fram að áhrif pressuþrýstings á geislaskammta séu veruleg. Þetta atriði þarf að kanna betur, með því t.d að afla upplýsinga um þéttleika brjósta. Þá er hægt að leiðrétta geislaskammta með tilliti til hlutfalls fitu og kirtilvefs og reyna að finna áhrif pressuþrýstings á geislaskammta, með því að bera saman brjóst með svipað kirtilvefshlutfall. Pressan getur valdið sársauka, og líklegt er að pressa umfram eitthvert gildi skili litlu í myndgæðum. Það er því áhugavert að finna það svið pressuþrýstings sem bæði skilar sem bestum myndgæðum og minnstum geislaskammti án þess að valda konum óþarfa óþægindum. Sjá nánar í viðauka 6.

Heimildir

- 1 Carlsson C. A. and Alm Carlsson G., 1990, *Dosimetry in Diagnostic Radiology and Computerized Tomography. Mammography Dosimetry.*, in *Dosimetry of Ionizing Radiation*, Vol. III, eds. Kase K.R., Bjärngard B.E. and Attix F.H., Academic Press, New York.
- 2 NCRP, 1986, *Mammography - A User's Guide*, NCRP Report No. 85 (National Council on Radiation Protection and Measurement, Bethesda, Md, USA).
- 3 Rosenstein M., Anderson L. W. og Warner G. G., 1985, *Handbook of Glandular Tissue Doses in Mammography*, HHS Publication FDA 85-8239 (US Dept of Health and Human Services, Rockville, Maryland).
- 4 Servomaa A. og Tapiovaara M., 1991, *Glandular Tissue Dose in Film - Screen Mammography*, Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety, Preliminary report.
- 5 Strålskyddsmyndigheterna i Danmark, Finland, Island, Norge og Sverige, 1990, *Om mammografi*, Nordisk rapportserie i strålskyddsfrågor, Nr 1.
- 6 Wall B.F., Harrison R.M. og Spiers F.W., 1982, *Patient Dosimetry Techniques in Diagnostic Radiology*, IPSM Report no 53 (The Institute of Physical Sciences in Medicine, York, England).
- 7 Walderhaug T., Einarsson G., Magnússon S.M., Sigfússon B.F. og Kristinsson S., 1991, *Geislaskammtamælingar í mammógrafíu. Lýsing á og áætlun um framkvæmd*, Skýrsla fyrir Stjórn Krabbameinsfélagsins.
- 8 Wagner K.L., Archer B.R. and Cerra F., 1990, *On the Measurement of Half-Value Layer in Film-Screen Mammography*, *Med. Phys.*, 17 (6), 989 - 997.
- 9 CEC, The Commission of the European Communities Study Group on "Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images", 1989, *Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images. Working Document*, In: *Optimization of Image Quality and Patient Exposure in Diagnostic Radiology*, eds.: Moores B.M., Wall B.F., Eriskat H. and Schibilla H., British Institute of Radiology, London.

- 10 Fitzgerald M., Dance D.R., Fisher K., Lawinski C.P. and Ramsdale M.L., 1989, *The Commissioning and Routine Testing of Mammographic X-ray Systems*, IPISM Report no 59 (The Institute of Physical Sciences in Medicine, York, England).
- 11 Thilander A., Eklund S., Leitz W. and Mattsson S., 1991, *Special Problems of Patient Dosimetry in Mammography*, Statens Strålskyddsinstitut, Sweden, Preliminary report.
- 12 Young K.C. and Ramsdale M.L., 1992, *Image Quality and Dose Measurement Phantoms in UK Breast Screening Programme*, UK National Co-ordinating Centre for the Physics in Mammography, Abstract and Poster at Workshop on Test Phantoms and Optimisation in Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine, Würzburg 15-17 June 1992.
- 13 NAS, 1990, *Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation*. BEIR V report. National Academy of Sciences. National Academy Press, Washington DC.
- 14 ICRP, 1991, *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, (The International Commission on Radiological Protection), Ann. ICRP Publ. 60, Vol. 21, No. 1-3, (Pergamon Press, Oxford).

GEISLASKAMMTAR

VIÐ

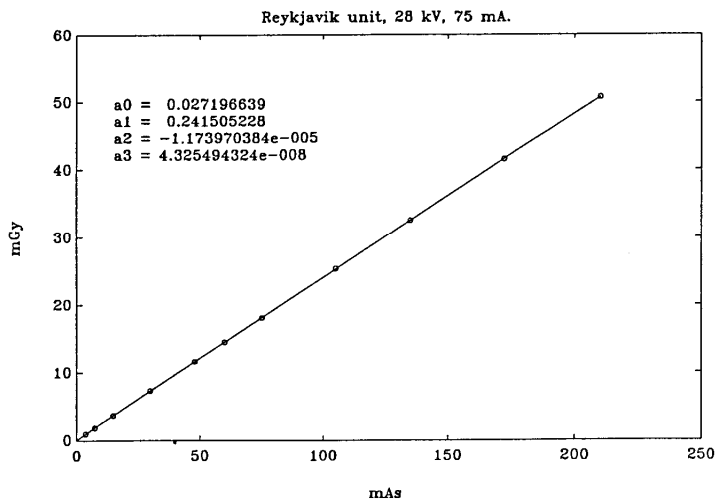
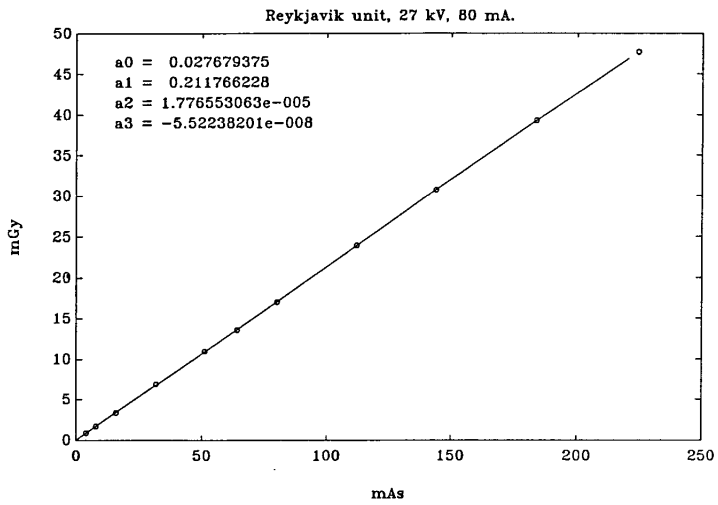
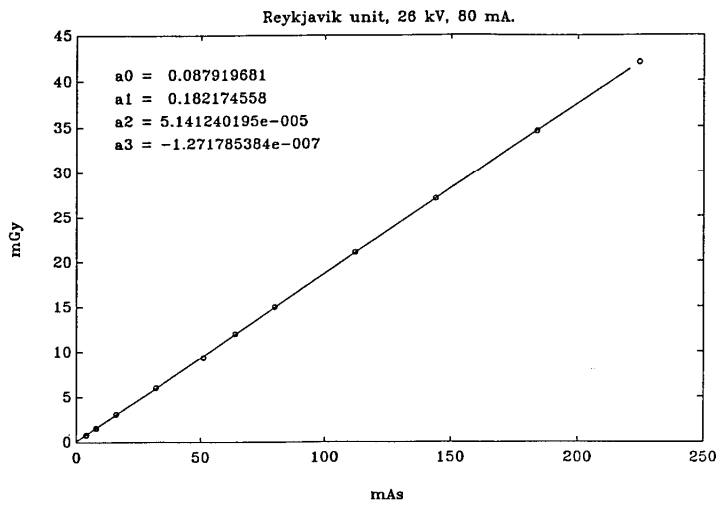
BRJÓSTAMYNDATÖKUR

VIÐAUKAR (1-7)

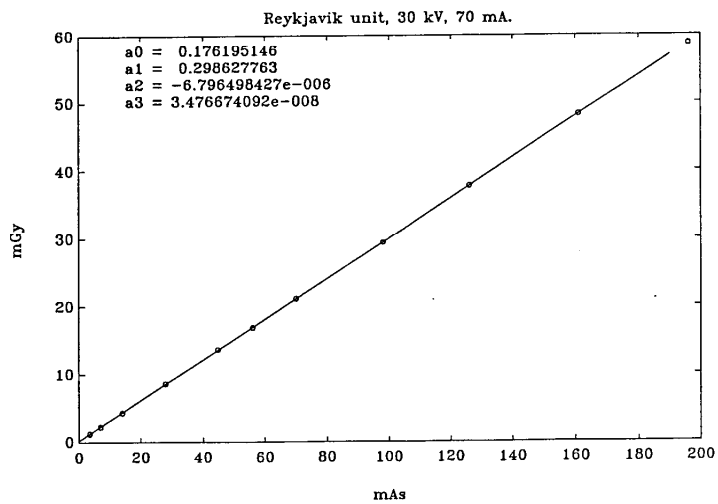
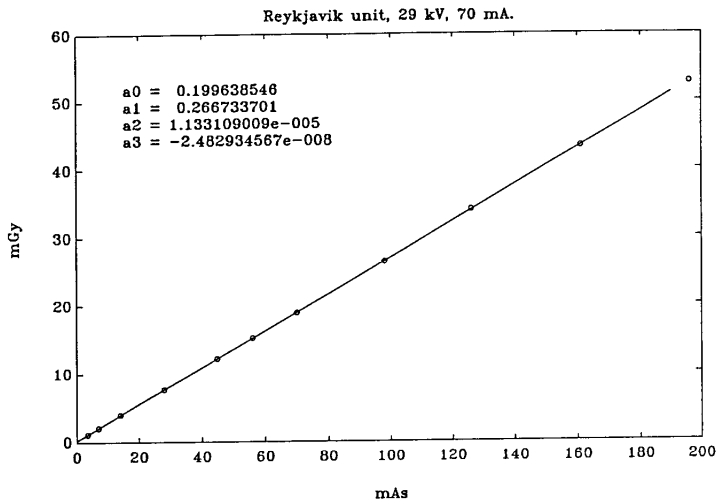


Viðauki 1

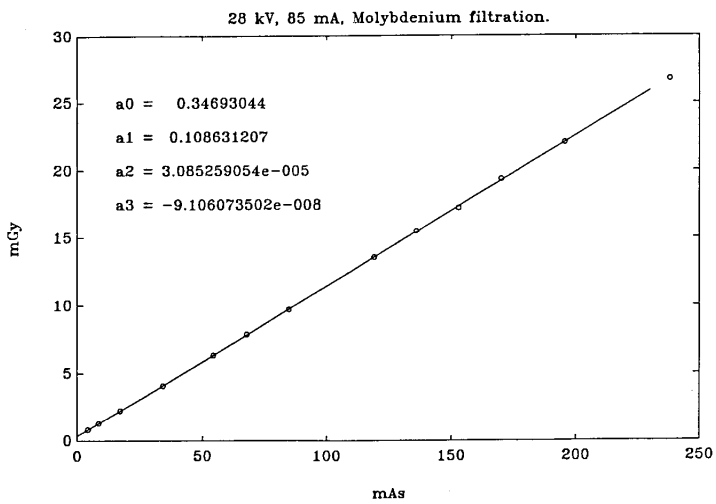
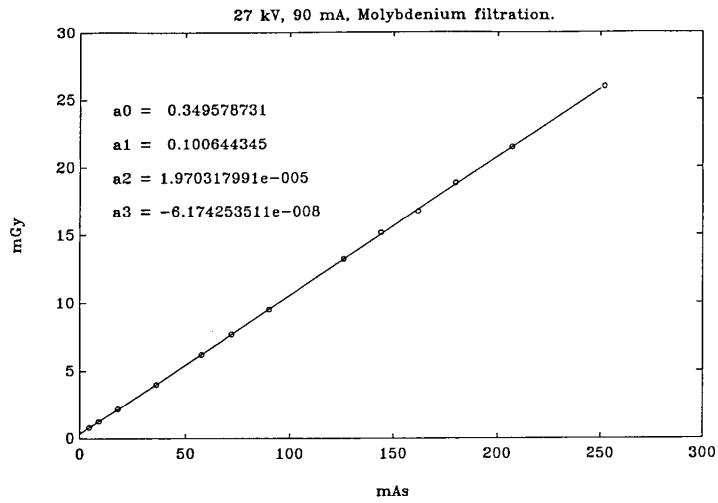
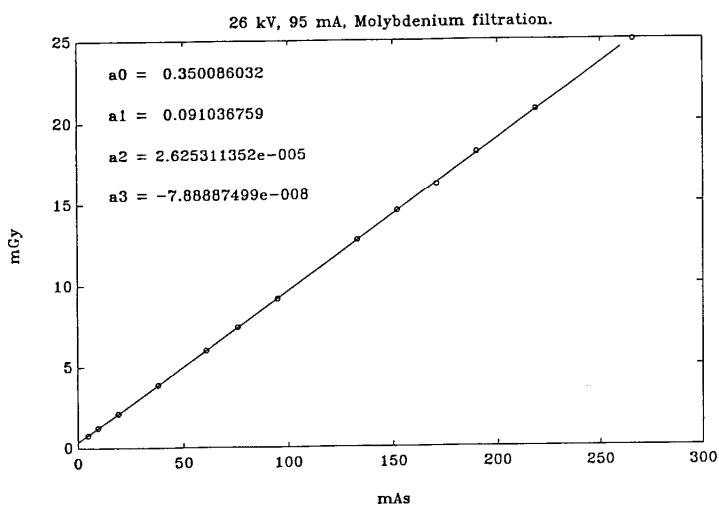
Sambandið á milli mAs og mGy.



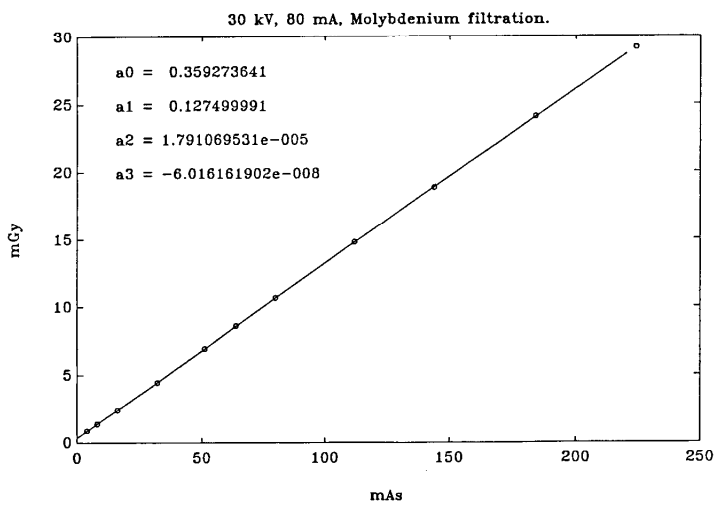
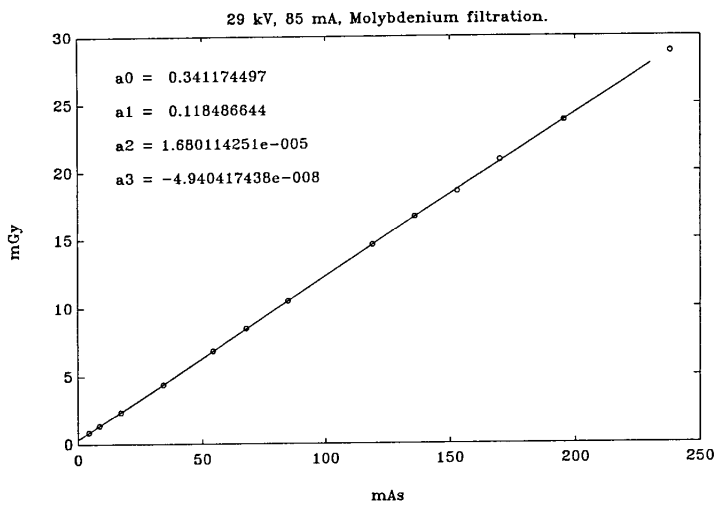
Röntgentækið í Reykjavík. Fókus-Nema-Fjarlægð = 395 mm.



Röntgentækið í Reykjavík. Fókus-Nema-Fjarlægð = 395 mm.

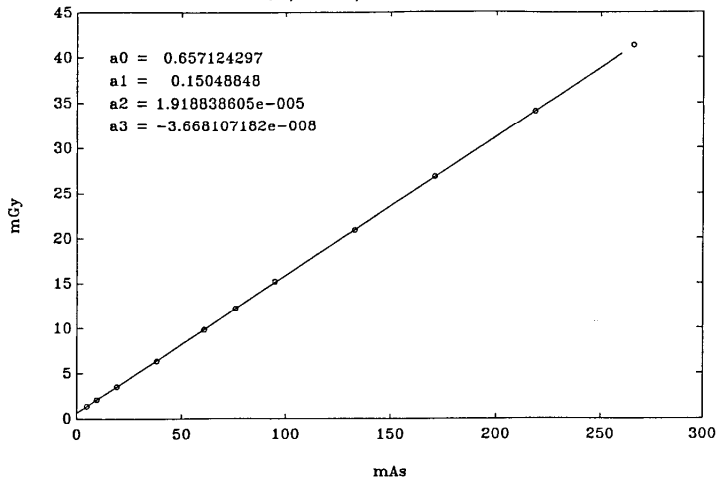


Farandröntgentækið, molybden sía. Fókus-Nema-Fjarlægð = 395 mm.

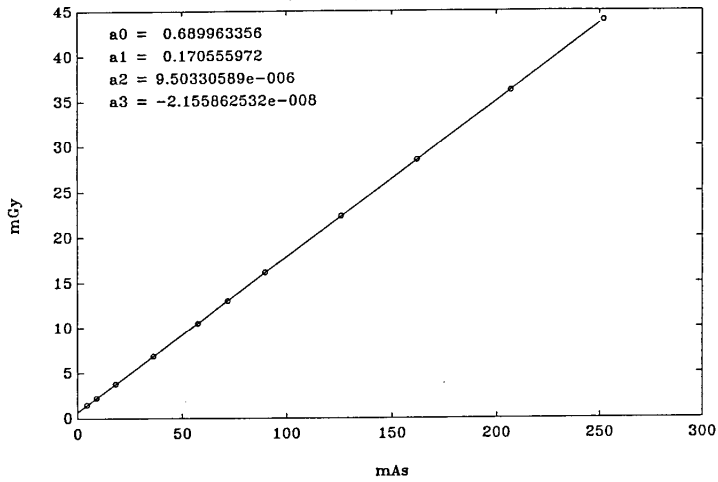


Farandröntgentækið, molybden sía. Fókus-Nema-Fjarlægð = 395 mm.

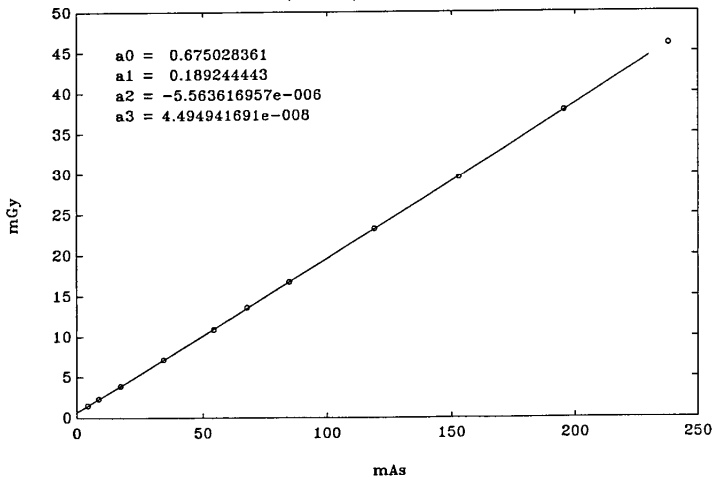
26 kV, 95 mA, Palladium filtration.



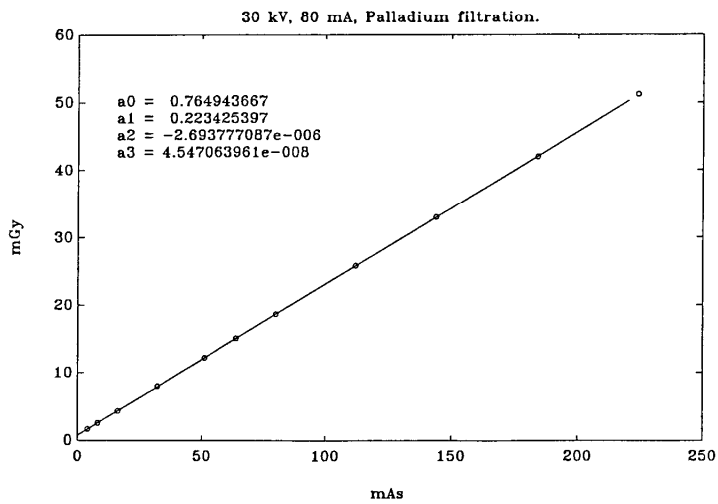
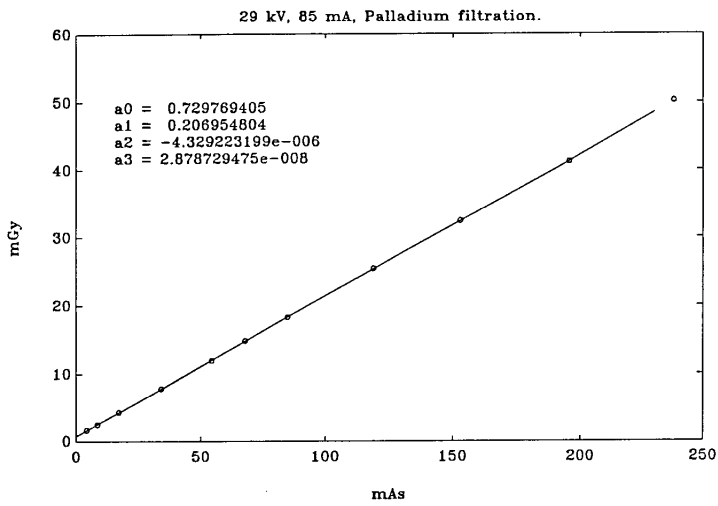
27 kV, 90 mA, Palladium filtration.



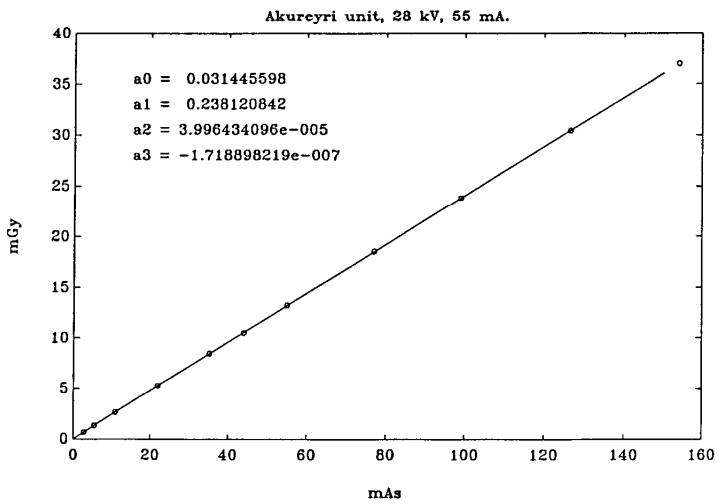
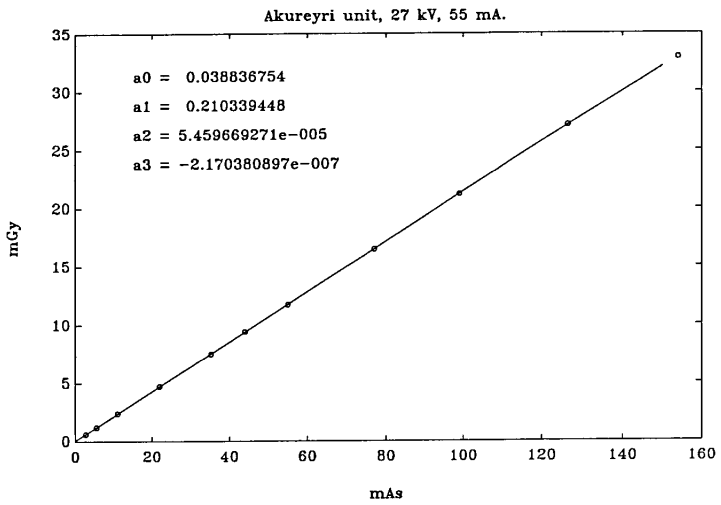
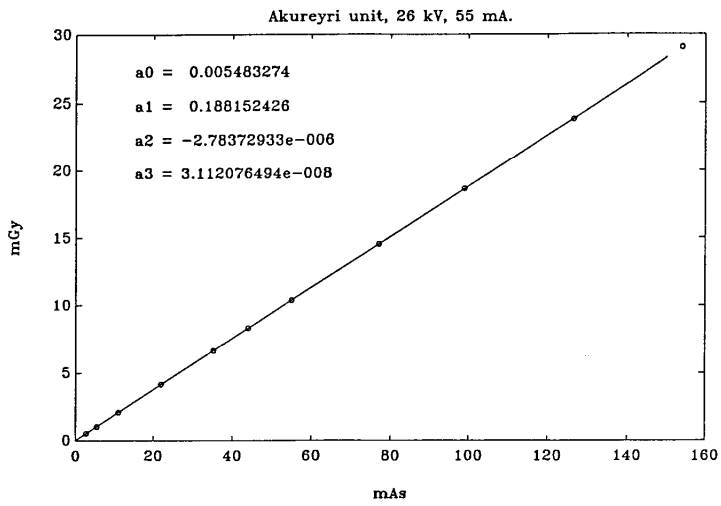
28 kV, 85 mA, Palladium filtration.



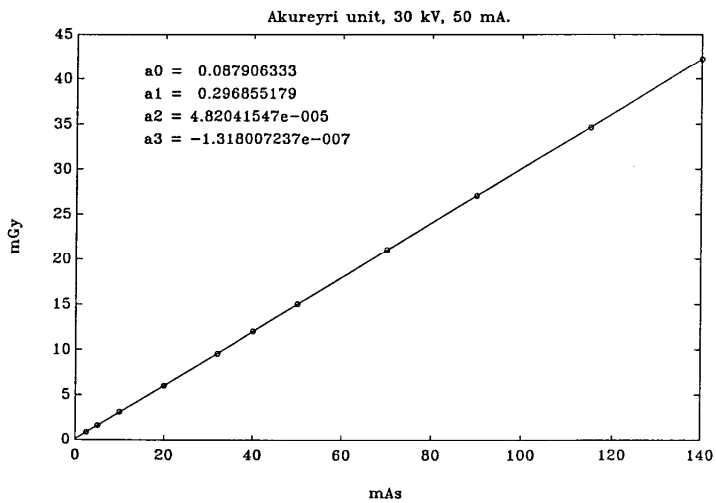
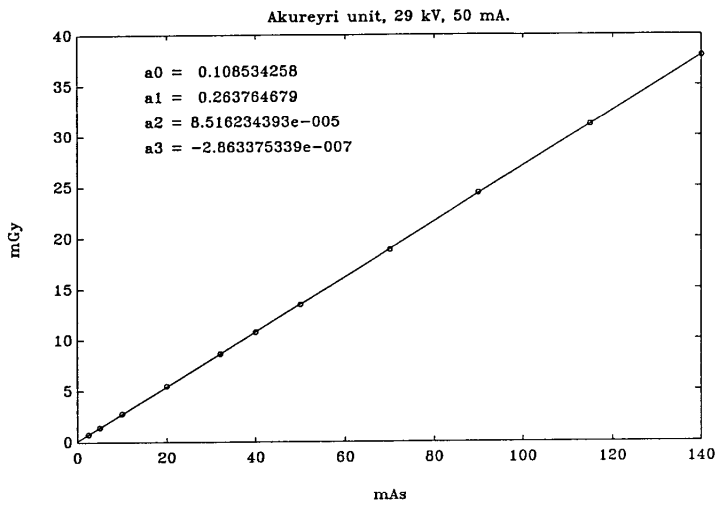
Farandröntgentækið, palladíum sía. Fókus-Nema-Fjarlægð = 395 mm.



Farandröntgentækið, palladíum sía. Fókus-Nema-Fjarlægð = 395 mm.



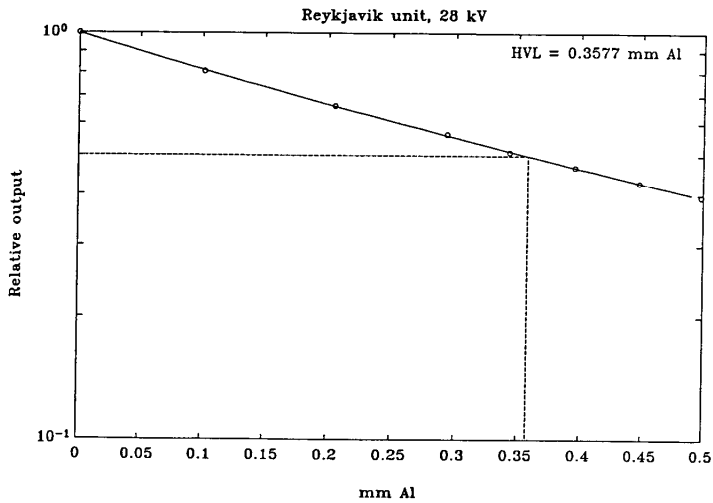
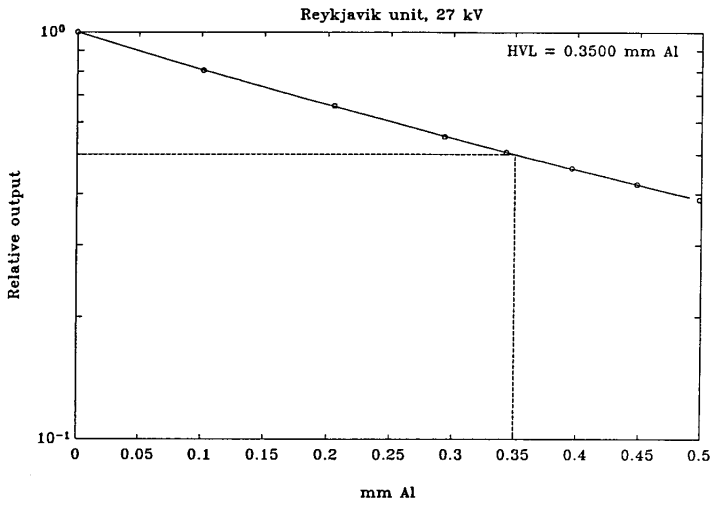
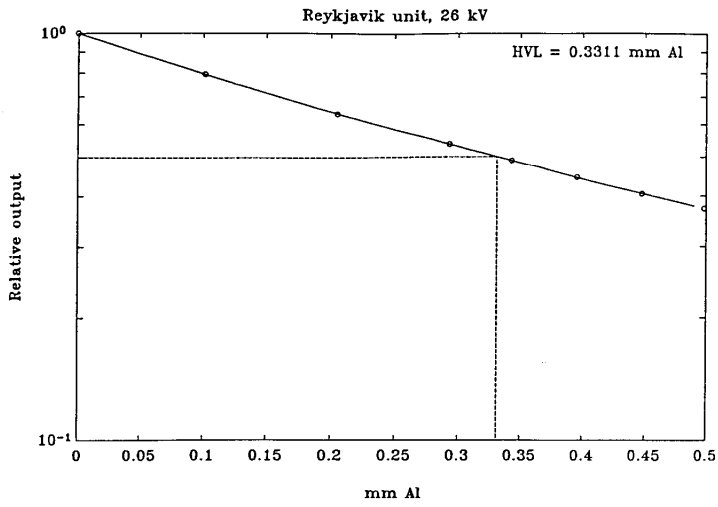
Röntgentækið á Akureyri. Fókus-Nema-Fjarlægð = 392 mm.



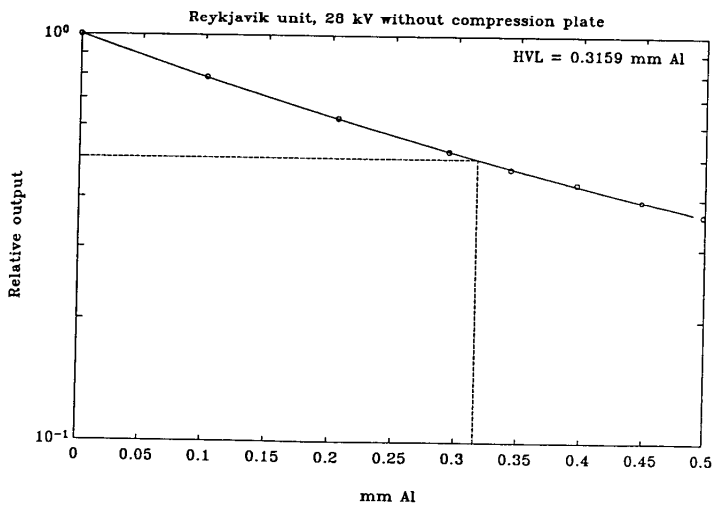
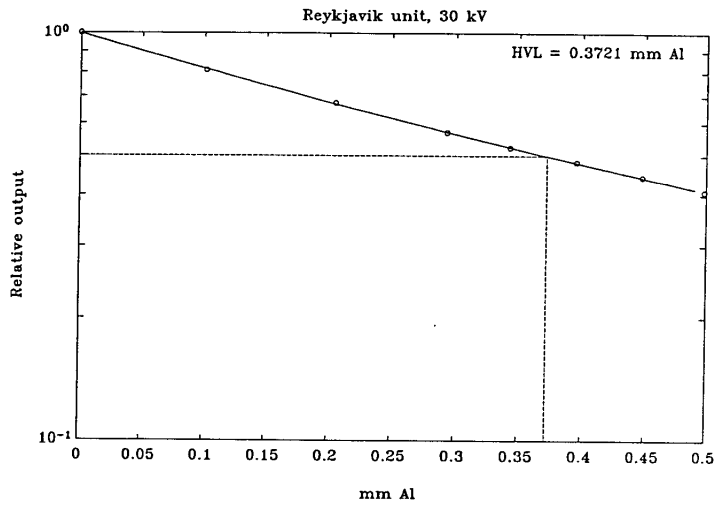
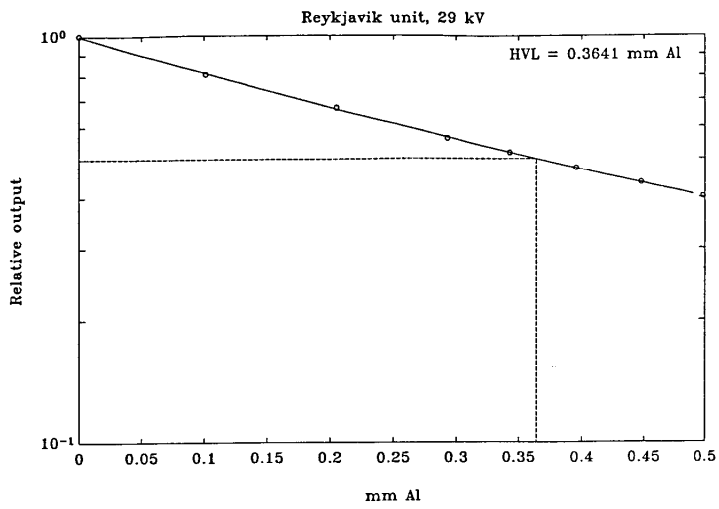
Röntgentækið á Akureyri. Fókus-Nema-Fjarlægð = 392 mm.

Viðauki 2

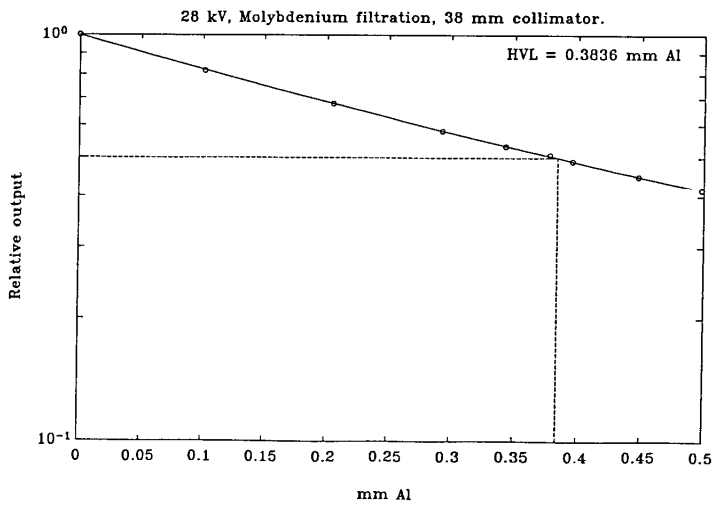
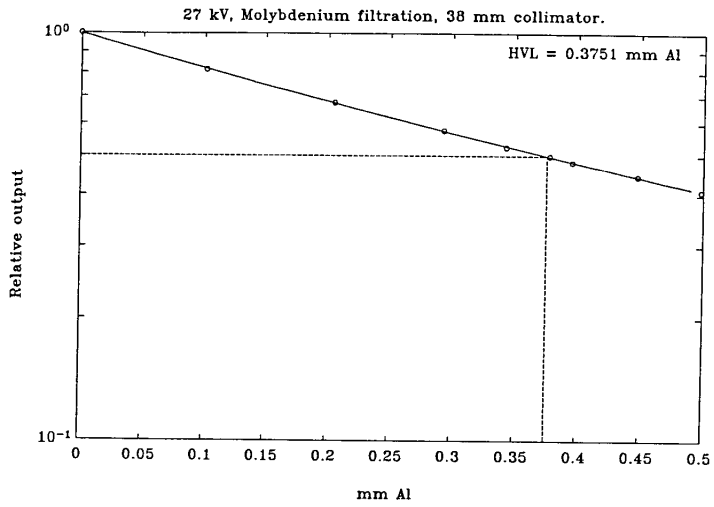
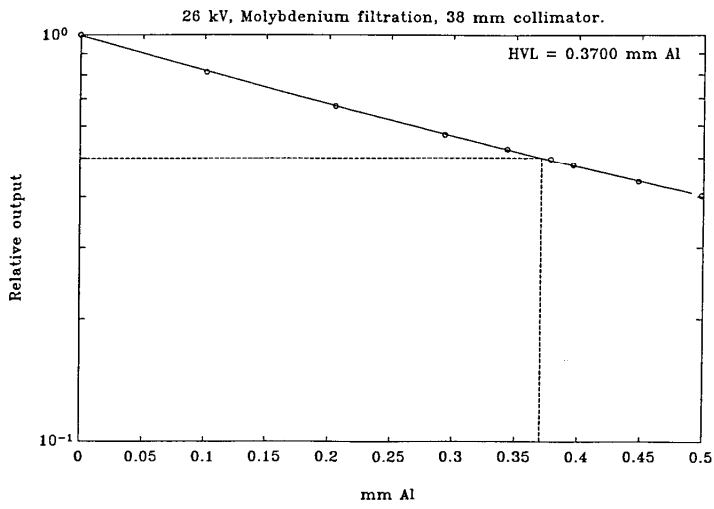
Mælingar á helmingunargildi.



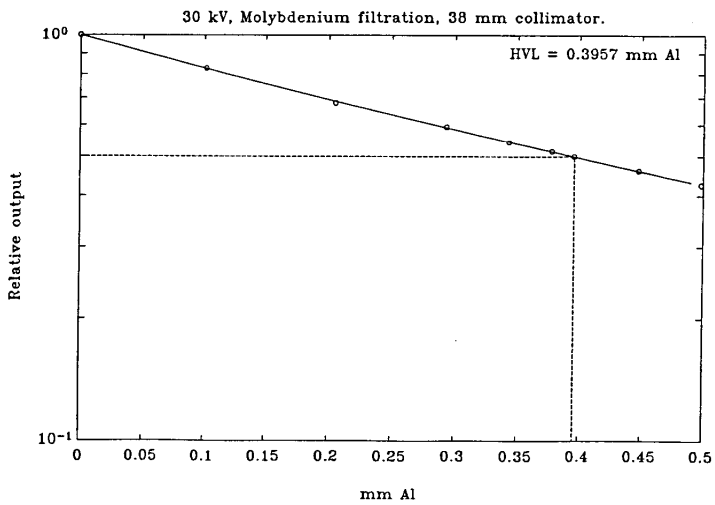
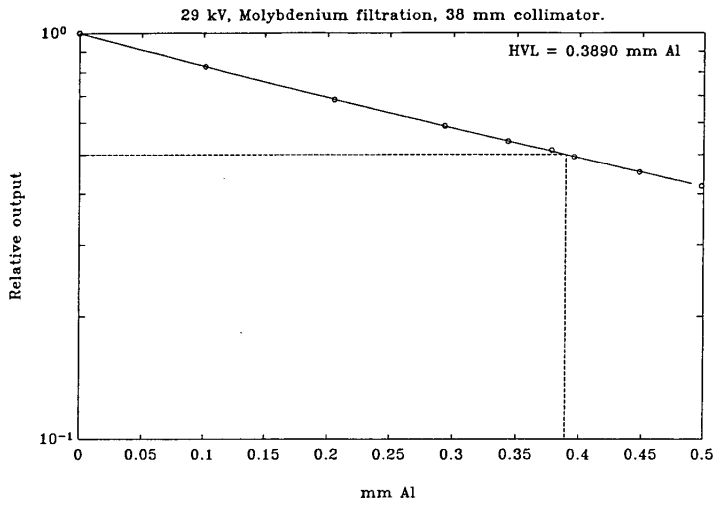
Röntgentækið í Reykjavík. Molybden anóða og molybden sía.



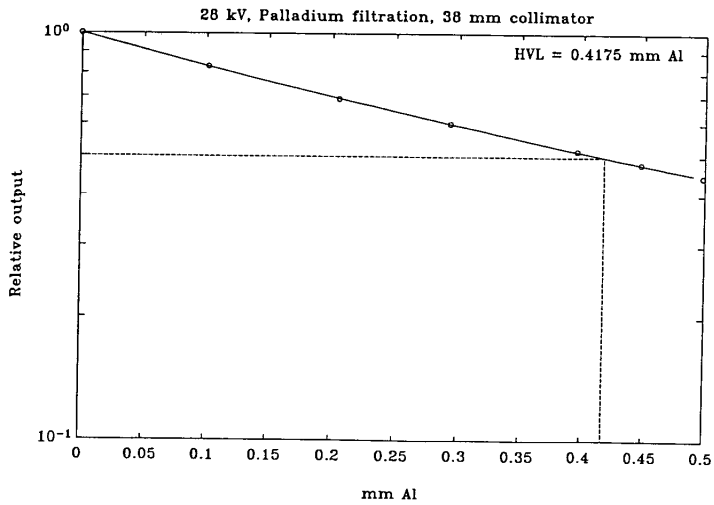
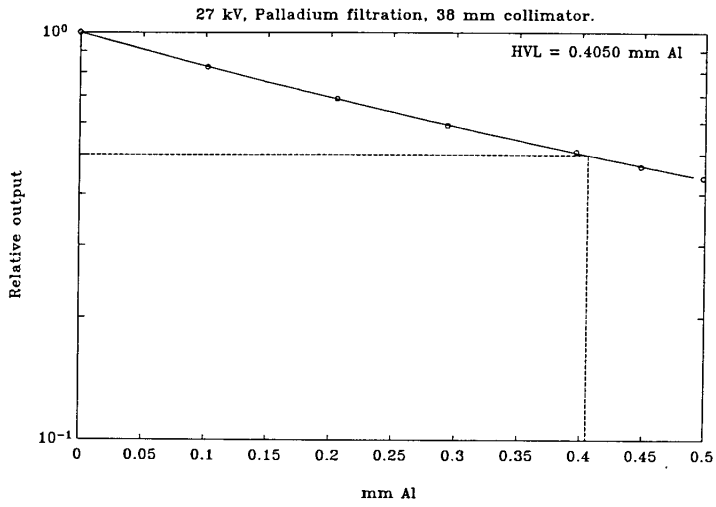
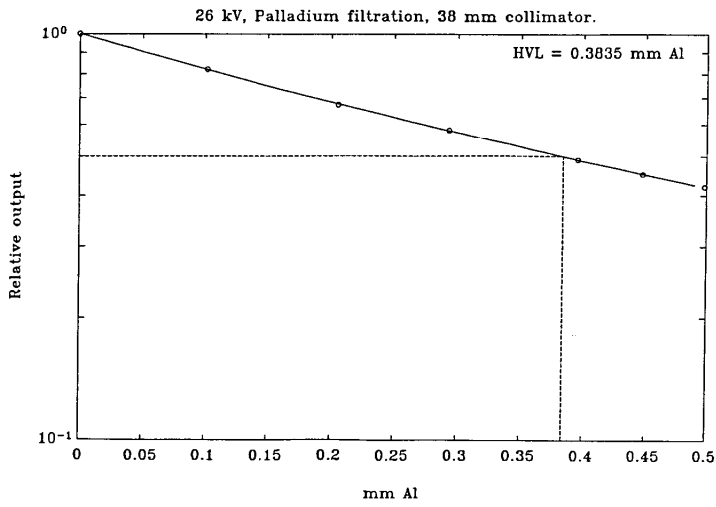
Röntgentækið í Reykjavík. Molybden anóða og molybden sía.



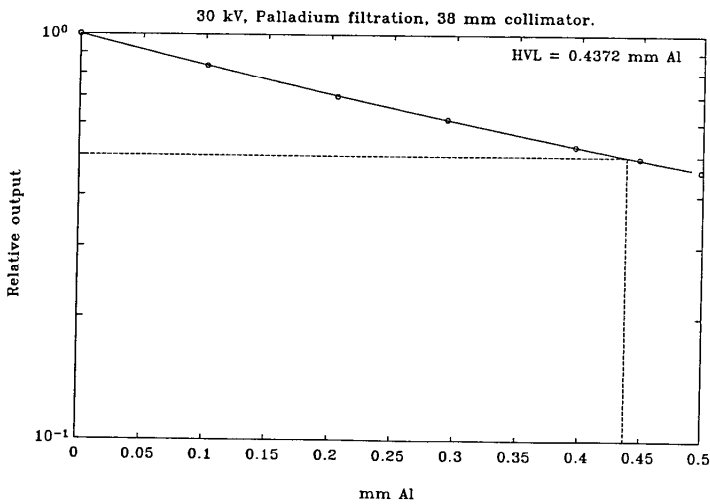
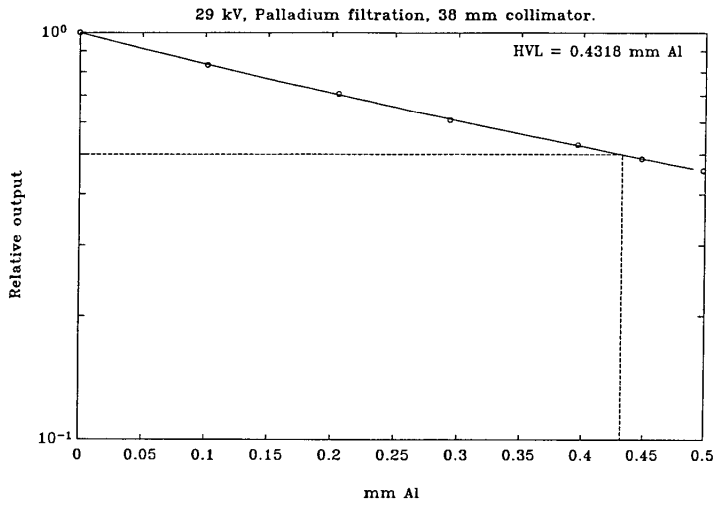
Farandröntgentækið. Wolfram anóða og molybden sía.



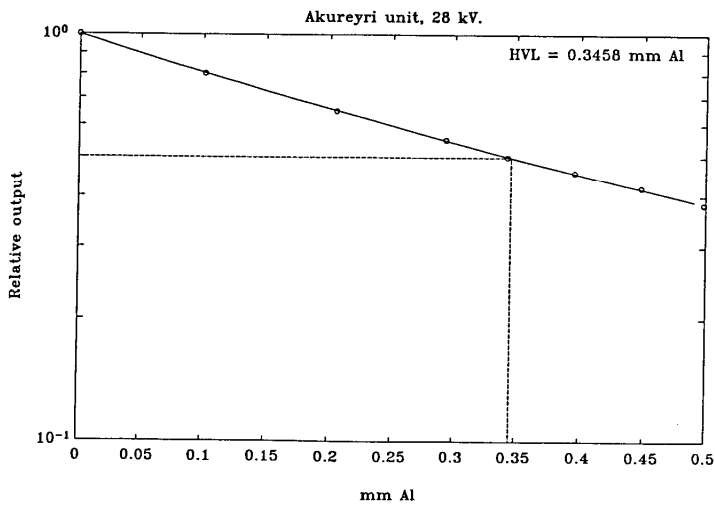
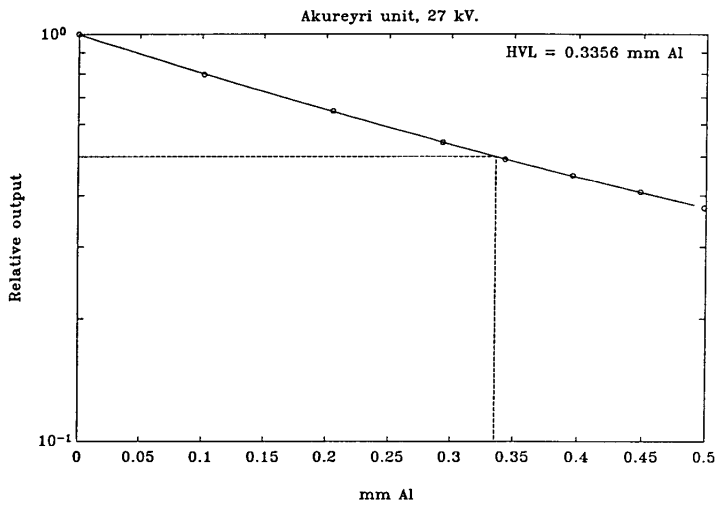
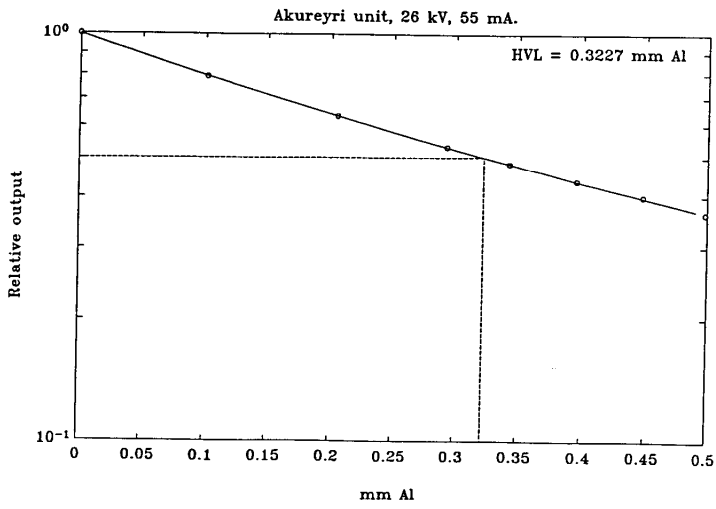
Farandröntgentækið. Wolfram anóða og molybden sía.



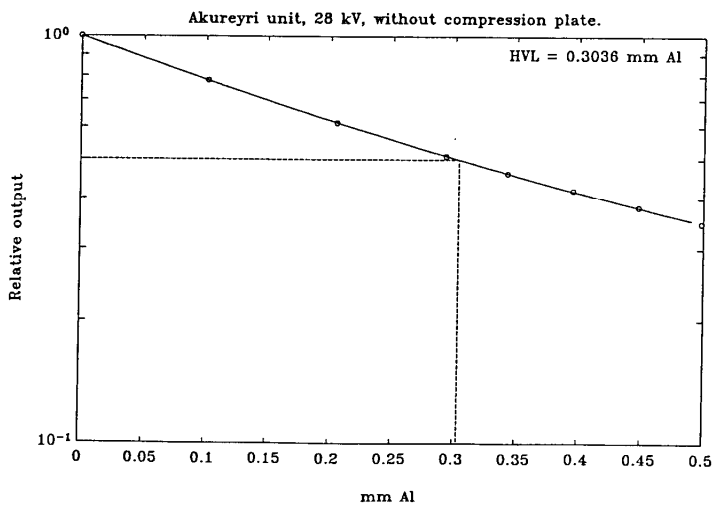
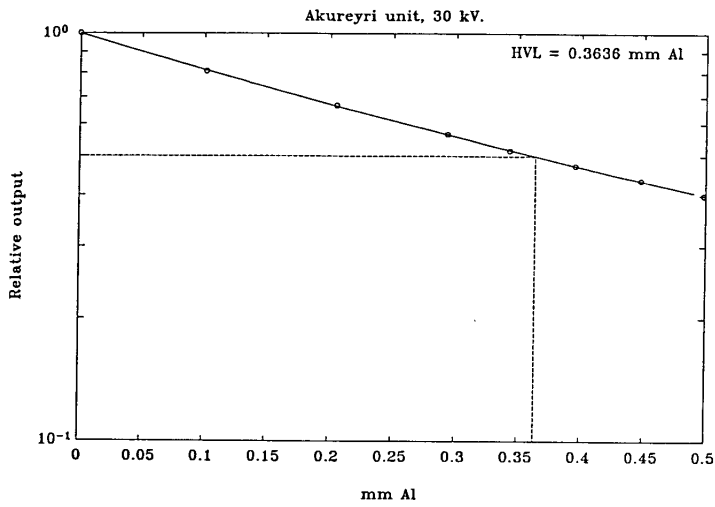
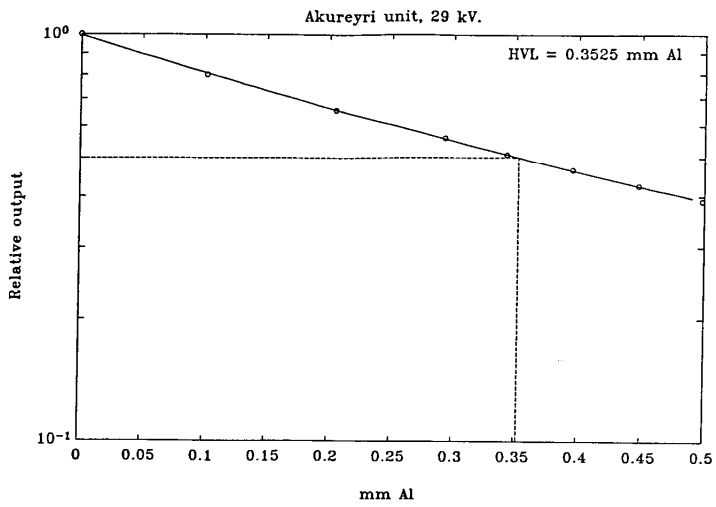
Farandröntgentækið. Wolfram anóða og palládum sía.



Farandröntgentækið. Wolfram anóða og palladíum sía.



Röntgentækið á Akureyri. Molybden anóða og molybden sía.



Röntgentækið á Akureyri. Molybden anóða og molybden sía.

Viðauki 3

Tæknilegar tölvuskrár. Reiknistuðlar hvers tækis.

DATA FOR THE REYKJAVIK UNIT.

50.9 = Tube - Filmholder - Distance

(Line 3)

11.4 = Ionization chamber - Filmholder - Distance

Molybdenum filtration:

X-ray tube voltage (kV)	X-ray tube current (mA)	HVL (mm Al)
26	80	0.331
27	80	0.350
28	75	0.358
29	70	0.364
30	70	0.372

(Line 12)

X-ray tube voltage (kV)	Polygonian coefficients for mGy = mGy(mAs)			
	a0	a1	a2	a3
26	0.087919681	0.182174558	5.141240195e-5	-1.271785384E-8
27	0.027679375	0.211766228	1.776553063e-5	-5.52238201e-8
28	0.027196639	0.241505228	-1.173970384E-5	4.325494324e-8
29	0.199638546	0.266733701	1.133109009E-5	-2.482934567E-8
30	0.176195146	0.298627763	-6.796498427E-6	3.476674092E-8

(Line 24)

GLANDULAR TISSUE DOSE CONVERSION FACTORS:

(Line 33)

Updated: 27-4-1992

X-ray tube voltage (kV)	Small breast (mGy/R)	Medium breast (mGy/R)	Large breast (mGy/R)
-------------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------

Glandular tissue content: 10%

26	2.11	1.75	1.34
27	2.22	1.84	1.42
28	2.27	1.90	1.46
29	2.32	1.94	1.50
30	2.38	2.00	1.55

Glandular tissue content: 50%

26	1.91	1.46	1.11
27	2.01	1.53	1.17
28	2.06	1.56	1.21
29	2.11	1.57	1.25
30	2.17	1.60	1.28

Glandular tissue content: 90%

26	1.78	1.29	0.95
27	1.87	1.37	1.01
28	1.93	1.41	1.04
29	1.97	1.44	1.07
30	2.03	1.49	1.10

DATA FOR THE TRANSPORTABLE UNIT.

51.0 = Tube - Filmholder - Distance

(Line 3)

11.5 = Ionization chamber - Filmholder - Distance

Molybdenum filtration:

X-ray tube voltage (kVp)	X-ray tube current (mA)	HVL (mm Al)
26	95	0.369
27	90	0.375
28	85	0.379
29	85	0.384
30	80	0.391

(Line 12)

Parameters from a cubic regression of kerma in air
as a function of current time product (mGy = mGy(mAs)).

X-ray tube voltage (kVp)	a0	a1	a2	a3
26	0.350086032	0.091036759	2.625311352e-5	-7.88887499e-8
27	0.349578731	0.100644345	1.970317991e-5	-6.174253511e-8
28	0.34693044	0.108631207	3.085259054e-5	-9.106073502e-8
29	0.341174497	0.118486644	1.680114251e-5	-4.940417438e-8
30	0.359273641	0.127499991	1.791069531e-5	-6.016161902e-8

(Line 24)

GLANDULAR TISSUE DOSE CONVERSION FACTORS:

(Line 33)

Updated: 27-4-1992

X-ray tube voltage (kVp)	Small breast (mGy/R)	Medium breast (mGy/R)	Large breast (mGy/R)
--------------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------

Glandular tissue content: 10%

26	2.30	1.92	1.49
27	2.34	1.96	1.52
28	2.38	1.99	1.55
29	2.42	2.03	1.58
30	2.46	2.07	1.61

Glandular tissue content: 50%

26	2.10	1.63	1.23
27	2.14	1.67	1.26
28	2.17	1.70	1.29
29	2.21	1.73	1.32
30	2.25	1.77	1.35

Glandular tissue content: 90%

26	1.96	1.43	1.06
27	2.00	1.47	1.09
28	2.03	1.49	1.11
29	2.06	1.53	1.13
30	2.10	1.56	1.16

DATA FOR THE TRANSPORTABLE UNIT.

51.0 = Tube - Filmholder - Distance

(Line 3)

11.5 = Ionization chamber - Filmholder - Distance

Palladium filtration:

X-ray tube voltage (kV)	X-ray tube current (mA)	HVL (mm Al)
26	95	0.384
27	90	0.405
28	85	0.418
29	85	0.432
30	80	0.437

(Line 12)

X-ray tube voltage (kV)	Polygonian coefficients for mGy = mGy(mAs)			
	a0	a1	a2	a3
26	0.657124297	0.15048848	1.918838605e-5	-3.668107182e-8
27	0.689963356	0.170555972	9.50330589e-6	-2.155862532e-8
28	0.675028361	0.189244443	-5.563616957e-6	4.494941691e-8
29	0.729769405	0.206954804	-4.329223199e-6	2.878729475e-8
30	0.764943667	0.223425397	-2.693777087e-6	4.547063961e-8

(Line 24)

GLANDULAR TISSUE DOSE CONVERSION FACTORS:

(Line 33)

Updated: 27-4-1992

X-ray tube voltage (kV)	Small breast (mGy/R)	Medium breast (mGy/R)	Large breast (mGy/R)
-------------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------

Glandular tissue content: 10%

26	2.59	2.24	1.77
27	2.72	2.36	1.88
28	2.81	2.45	1.95
29	2.90	2.54	2.03
30	2.95	2.59	2.08

Glandular tissue content: 50%

26	2.40	1.93	1.49
27	2.52	2.04	1.58
28	2.61	2.12	1.65
29	2.70	2.21	1.72
30	2.75	2.25	1.76

Glandular tissue content: 90%

26	2.26	1.72	1.30
27	2.38	1.83	1.39
28	2.47	1.91	1.45
29	2.56	1.98	1.51
30	2.60	2.03	1.55

DATA FOR THE AKUREYRI UNIT.

51.6 = Tube - Filmholder - Distance
 12.4 = Ionization chamber - Filmholder - Distance

(Line 3)

Molybdenum filtration:

X-ray tube voltage (kV)	X-ray tube current (mA)	HVL (mm Al)
26	55	0.323
27	55	0.336
28	55	0.346
29	50	0.353
30	50	0.364

(Line 12)

X-ray tube voltage (kV)	Polygonian coefficients for mGy = mGy(mAs)			
	a0	a1	a2	a3
26	0.005483274	0.188152426	-2.78372933E-6	3.112076494e-8
27	0.038836754	0.210339448	5.459669271E-5	-2.170380897E-7
28	0.031445598	0.238120842	3.996434096e-5	-1.718898219E-7
29	0.108534258	0.263764679	8.516234393E-5	-2.863375339E-7
30	0.087906333	0.296855179	4.82041547E-5	-1.318007237E-7

(Line 24)

GLANDULAR TISSUE DOSE CONVERSION FACTORS:

Updated: 27-4-1992

(Line 33)

X-ray tube voltage (kV)	Small breast (mGy/R)	Medium breast (mGy/R)	Large breast (mGy/R)
-------------------------	----------------------	-----------------------	----------------------

Glandular tissue content: 10%

26	2.07	1.71	1.31
27	2.15	1.78	1.38
28	2.22	1.85	1.43
29	2.26	1.89	1.46
30	2.34	1.96	1.52

Glandular tissue content: 50%

26	1.87	1.43	1.08
27	1.95	1.47	1.14
28	2.01	1.51	1.18
29	2.06	1.54	1.21
30	2.13	1.58	1.26

Glandular tissue content: 90%

26	1.74	1.26	0.93
27	1.81	1.32	0.98
28	1.88	1.37	1.01
29	1.92	1.41	1.04
30	1.99	1.46	1.08

Viðauki 4

PASCAL forrit til útreiknings á geislaskammti.

(\$H+)

```
program CalcDose(i,o);
uses crt, pxengine;
```

const

```
Table = 'PERSPEX';      (Name of table, without extension, for which the)
                        (dose calculation shall be performed)
```

type

```
x_ray_unit = array[1..4, 1..5] of record (array[unitnumber, kVp])
    mA: real;
    a0, a1, a2, a3: real;
    small, medium, large: array[1..3] of real;
end;
```

var

```
PxErr: integer;
Tbl1: TableHandle;
Rechandle: RecordHandle;
DoseHdl: array[1..3] of FieldHandle;
fld: array[1..7] of FieldHandle;
FldName: array[1..7] of string[10];
NRecs: RecordNumber;
mac: x_ray_unit;
lengd: array[1..4, 1..2] of real;
dose: array[1..3] of real;
UnitNr, kV: integer;
mm, mAs: real;
nr: integer;
streng: string;
```

procedure InitPdx; (Initializing Paradox access)

```
begin
    PxErr := PXInit;
    if PxErr <> PXSuccess then
        writeln('Initializing: ',PxErrMsg(PxErr));
end;(InitPdx)
```

procedure ExitPdx; (End of Paradox access)

```
begin
    PxErr := PXExit;
    if PxErr <> PXSuccess then
        writeln(PXErrMsg(PxErr))
    else
        writeln('Engine terminated.');
```

```
end;(ExitPdx)
```

```

procedure GetUnitData;
{Reads into memory the technical data from each x-ray unit}
var
  data: text;
  i, j, k: integer;
  nr: string[1];
  filename: string[12];
  tall: real;
begin
  for i := 1 to 4 do begin                                {4 different units, counting}
    str(i,nr);                                           {transportable unit as 2, i.e.}
    filename := 'UNIT' + nr + '.DAT';                   {molybdenum and palladium filtration}
    assign(data, filename);
    reset(data);
    for k := 1 to 2 do readln(data);                    {X-ray unit geometry}
    for k := 1 to 2 do begin
      read(data, lengd[i, k]);
      readln(data);
    end;
    close(data);
    for j := 1 to 5 do begin                            {5 different high voltages}
      assign(data, filename);
      reset(data);
      for k := 1 to j + 10 do readln(data);
      read(data, tall, mac[i,j].mA);
      readln(data);
      for k := 1 to 11 do readln(data);
      read(data, tall, mac[i,j].a0, mac[i,j].a1, mac[i,j].a2, mac[i,j].a3);
      readln(data);
      for k := 1 to 19 do readln(data);
      read(data, tall, mac[i,j].small[1], mac[i,j].medium[1], mac[i,j].large[1]);
      readln(data);
      for k := 1 to 7 do readln(data);
      read(data, tall, mac[i,j].small[2], mac[i,j].medium[2], mac[i,j].large[2]);
      readln(data);
      for k := 1 to 7 do readln(data);
      read(data, tall, mac[i,j].small[3], mac[i,j].medium[3], mac[i,j].large[3]);
      close(data);
    end;
  end;
end;{GetUnitData}

```

```

Procedure OpenFile;
{Opening of Paradox file}
begin
  PxErr := PXTblOpen(Table, Tbl1, 0, False);
  if PxErr <> PXSUCCESS then
    writeln('Opening of file: ',PxErrMsg(PxErr));
end;{OpenFile}

```

```

procedure CloseFile;
{Closing of the Paradox file}
begin
    PxErr := PXTblClose(Tbl1);
    if PxErr <> PXSuccess then
        writeln('Closing of file: ',PXErrMsg(PxErr));
end;{CloseFile}

procedure NumberOfRec;
{Let variable NRecs contain the number of records of the table}
begin
    PxErr := PXTblNRecs(Tbl1, NRecs);
    if PxErr <> PXSuccess then
        writeln('Number of Rec: ',PXErrMsg(PxErr));
end;{NumberOfRec}

procedure ReadRecFirst;
{Reads the first record of the table and searches for errors}
var
    i: integer;
    thickness, current, ms, filter: integer;
    UnitCode: string;
    mA, msec: real;
begin

    PxErr := PXRecBufOpen(Tbl1, RecHandle);
    if PxErr <> PXSuccess then
        writeln('RecBufOpen: ',PXErrMsg(PxErr));

    PxErr := PXRecFirst(tbl1);
    if PxErr <> PXSuccess then
        writeln('RecFirst1: ',PXErrMsg(PxErr));

    PxErr := PXRecGet(Tbl1, RecHandle);
    if PxErr <> PXSuccess then
        writeln('RecFirst2: ',PXErrMsg(PxErr));

    FldName[1] := 'Projection';
    FldName[2] := 'KV';
    FldName[3] := 'MA';
    FldName[4] := 'Msec';
    FldName[5] := 'Thickness';
    FldName[6] := 'Filter';
    FldName[7] := 'UnitCode';

    for i := 1 to 7 do begin
        PxErr := PXFldHandle(Tbl1, FldName[i], fld[i]);
        if PxErr <> PXSuccess then
            writeln('Getting FieldHandle: ',PXErrMsg(PxErr));
    end;

```

```

PxErr := PXGetAlpha(RecHandle, fld[1], streng);
if PxErr <> PXSuccess then
  writeln('Getting Alpha/streng: ',PxErrMsg(PxErr));

PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[2], kV);
if PxErr <> PXSuccess then
  writeln('Getting short/kV: ',PxErrMsg(PxErr));

PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[3], current);
if PxErr <> PXSuccess then
  writeln('Getting short/current: ',PxErrMsg(PxErr));

PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[4], ms);
if PxErr <> PXSuccess then
  writeln('Getting short/ms: ',PxErrMsg(PxErr));

PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[5], thickness);
if PxErr <> PXSuccess then
  writeln('Getting short/thickness: ',PxErrMsg(PxErr));

PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[6], Filter);
if PxErr <> PXSuccess then
  writeln('Getting short/filter: ',PxErrMsg(PxErr));

PxErr := PXGetAlpha(RecHandle, fld[7], UnitCode);
if PxErr <> PXSuccess then
  writeln('Getting alpha/unitcode: ',PxErrMsg(PxErr));

msec := ms;
mA := current;
mas := mA*msec/1000;
mm := thickness;
mm := mm/10;

kV := kV - 25;           {kV is a counting variable}
if kV > 5 then kV := 5;  {No data for kVp higher than 30}

if UnitCode = 'B' then begin {To decide which units variables to be used}
  if Filter = 0 then
    UnitNr := 2
  else
    UnitNr := 1;
end;
if UnitCode = 'A' then UnitNr := 3;
if UnitCode = 'C' then UnitNr := 4;
end;(ReadRecFirst)

```


Procedure ReadRecNext;

{Reading rest of table. No need for error checking}

var

i: integer;
thickness, current, ms, filter: integer;
UnitCode: string;
mA, msec: real;

begin

PxErr := PXRecNext(tbl1);
PxErr := PXRecGet(Tbl1, RecHandle);
PxErr := PXGetAlpha(RecHandle, fld[1], streng);
PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[2], kV);
PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[3], current);
PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[4], ms);
PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[5], thickness);
PxErr := PXGetShort(RecHandle, fld[6], Filter);
PxErr := PXGetAlpha(RecHandle, fld[7], UnitCode);

msec := ms;
mA := current;
mas := mA*msec/1000;
mm := thickness;
mm := mm/10;

kV := kV - 25;
if kV > 5 then kV := 5;

if UnitCode = 'B' then begin

if Filter = 0 then
UnitNr := 2

else
UnitNr := 1;

end;

if UnitCode = 'A' then UnitNr := 3;
if UnitCode = 'C' then UnitNr := 4;

end;(ReadRecNext)

procedure WriteRecFirst;

{Write dose information into file, first record with error checking}

var

i: integer;

begin

PxErr := PXFldHandle(Tbl1, 'Dose10', Dosehdl[1]);
if PxErr <> PXSuccess then
writeln(PXErrMsg(PxErr));

PxErr := PXFldHandle(Tbl1, 'Dose50', Dosehdl[2]);
if PxErr <> PXSuccess then
writeln(PXErrMsg(PxErr));

PxErr := PXFldHandle(Tbl1, 'Dose90', Dosehdl[3]);
if PxErr <> PXSuccess then
writeln(PXErrMsg(PxErr));

```

for i := 1 to 3 do begin
  PxErr := PXPutDoub(recHandle, DoseHdl[i], dose[i]);
  if PxErr <> PXSuccess then
    writeln('PutDouble of ',dose[i],': ',PXErrMsg(PxErr));
end;
PxErr := PXRecUpdate(Tbl1, RecHandle);
if PxErr <> PXSuccess then
  writeln('Update of record: ',PXErrMsg(PxErr));
end;(WriteRecFirst)

```

```

procedure WriteRec;
{Writing rest of records. No error checking needed}
var
  i: integer;
begin
  for i := 1 to 3 do begin
    PxErr := PXPutDoub(recHandle, DoseHdl[i], dose[i]);
    end;
    PxErr := PXRecUpdate(Tbl1, RecHandle);
  end;(WriteRec)

```

```

procedure DoseCalc;
{Calculation of dose according to Servomaa and Tapiovaara}
var
  kerma : real;
  k: integer;
begin
  kerma := mac[UnitNr, kV].a0 + mAs*(mac[UnitNr, kV].a1
    + mAs*(mac[UnitNr, kV].a2 + mAs*mac[UnitNr, kV].a3));
    {Kerma at reference point}

  kerma := kerma*(((lengd[UnitNr, 1] - lengd[UnitNr, 2])*
    (lengd[UnitNr, 1] - lengd[UnitNr, 2]))/
    ((lengd[UnitNr, 1] - mm)*
    (lengd[UnitNr, 1] - mm)));
    {Kerma at breast entrance}

  if mm <= 5.2 then begin {Medium to small size breast}
    for k := 1 to 3 do begin
      dose[k] := ((mac[UnitNr, kV].medium[k] - mac[UnitNr, kV].small[k])/1.7)*mm
        + ((5.2*mac[UnitNr, kV].small[k] - 3.5*mac[UnitNr, kV].medium[k])/1.7);
      dose[k] := dose[k]*kerma/8.77;
      if copy(streng,1,3) = 'OBL' then dose[k] := dose[k]*1.16;
      {Correction according to Rosenstein. An increase of 16% of dose}
      {from craniocaudal view}
    end;
  end;

```

```

end else begin          (Medium to large size breast)
  for k := 1 to 3 do begin
    dose[k] := (mac[UnitNr, kV].large[k] - mac[UnitNr, kV].medium[k])/1.7)*mm
      + ((6.9*mac[UnitNr, kV].medium[k] - 5.2*mac[UnitNr, kV].large[k])/1.7);
    dose[k] := dose[k]*kerma/8.77;
    if ((copy(streng,1,3) = 'OBL') or (copy(streng,1,3) = 'LAT')) then
      dose[k] := dose[k]*1.16;
      (Correction according to Rosenstein)
    end;
  end;
end;
end;(DoseCalc)

```

MAIN PROGRAM

```

begin
  ClrScr;
  nr := 0;
  InitPdx;
  GetUnitData;
  OpenFile;
  ReadRecFirst;
  nr := nr + 1;
  DoseCalc;
  WriteRecFirst;
  NumberOfRec;
  while nr <= (NRecs - 1) do begin
    nr := nr + 1;
    GoToXY(5,5);
    writeln(nr);
    ReadRecNext;
    DoseCalc;
    WriteRec;
  end;
  CloseFile;
  ExitPdx;
end.(Main program)

```

Viðauki 5

Niðurstöður úr tölfræðilegri úrvinnslu tölvugagna.

Útskýringar:

Mode:	Bara fyrir farandröntgentækið. Molybden- eða palladíumforsíur: Both: Bæði palladíum og molybden. High: High contrast. Molybdenforsía. Low : Low dose. Palladíumforsía.
View:	Geislafstefna: Both: Bæði lóðrétt og skástefna. Crani: Craniocaudal. Lóðrétt. Medio: Mediolateraloblique. Skástefna (45°).
Size:	Brjóstabykk: All : Allar þykktir XSmall: Minni en 24 mm Small : 24 - 35 mm Medium: 36 - 47 mm Large : 48 - 60 mm XLarge: Stærri en 60 mm
Mean dose:	Meðalgeislaskammtur skv. Servomaa og Tapiovaara, miðlungs pressuþrýstingur - ójöfn brjóstabykk.
Std. dose:	Staðalfrávik geislaskammtadreifingar skv. Servomaa og Tapiovaara.
No. rec.:	Fjöldi myndatakna.
Min:	Minnsti geislaskammtur skv. Servomaa og Tapiovaara.
Max:	Hæsti geislaskammtur skv. Servomaa og Tapiovaara.
mm:	Meðalbrjóstabykk.
Std. mm:	Staðalfrávik brjóstabykkardreifingar.
Force:	Meðalpressuþrýstingur.
Std. force:	Staðalfrávik pressuþrýstingsdreifingar.
kVp:	Meðalháspenna.
Dens Corr:	Meðalsvertuleiðrétting. $2^{(Dens Corr)/3}$ gefur hlutfallslega svertuleiðréttingu.
Kerma:	Meðalgeislaskammtur lofts á yfirborði brjósts.
Std. Kerma:	Staðalfrávik fyrir dreifingu geislaskammts lofts.
Firm:	Meðalgeislaskammtur skv. Rosenstein og Andersen. Fastur pressuþrýstingur - jöfn brjóstabykk.
Std. Firm:	Staðalfrávik geislaskammtadreifingar skv. Rosenstein og Andersen.

Reykjavfkurtakið 1990

View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm
Both	All	1.44	.60	4491	.07	8.41	39.3	9.7	12.5	4.4	28.3	-.01	6.36	3.24	1.38	.51
Both	XSmall	.75	.32	279	.07	1.71	20.3	2.7	14.2	5.2	28.0	.06	2.47	1.04	.79	.32
Both	Small	1.04	.39	1285	.10	3.63	30.5	3.3	12.7	4.7	28.0	.01	3.94	1.53	1.07	.39
Both	Medium	1.49	.45	1994	.16	3.85	41.4	3.4	12.7	4.2	28.2	-.06	6.53	2.04	1.44	.41
Both	Large	2.05	.53	866	.24	8.41	51.8	3.1	11.7	3.7	28.7	.02	10.28	2.73	1.83	.45
Both	XLarge	2.42	.58	67	1.07	4.47	61.9	2.4	9.7	3.9	29.5	.18	13.52	3.08	2.00	.46
Crani	All	1.27	.51	2222	.07	8.41	37.9	9.1	11.9	4.1	28.3	-.02	5.91	2.95	1.33	.50
Crani	XSmall	.67	.27	150	.07	1.45	20.1	2.9	13.2	4.7	28.0	.01	2.36	.98	.76	.31
Crani	Small	1.00	.37	713	.10	3.63	30.6	3.3	12.1	4.4	28.1	.04	4.02	1.56	1.09	.40
Crani	Medium	1.38	.40	1048	.16	3.77	41.3	3.3	11.9	3.9	28.3	-.08	6.47	2.03	1.43	.41
Crani	Large	1.81	.54	297	.24	8.41	51.4	3.0	10.7	3.5	28.8	.08	9.92	3.10	1.78	.53
Crani	XLarge	2.01	.56	14	1.07	3.14	61.9	2.4	6.4	5.1	28.7	-.07	12.75	3.33	1.88	.54
Medio	All	1.60	.63	2269	.23	5.46	40.6	10.1	13.2	4.6	28.3	-.01	6.81	3.44	1.43	.52
Medio	XSmall	.84	.35	129	.23	1.71	20.6	2.5	15.4	5.5	28.0	.12	2.59	1.10	.82	.34
Medio	Small	1.10	.41	572	.37	2.74	30.4	3.3	13.5	5.0	28.0	-.02	3.85	1.49	1.05	.39
Medio	Medium	1.61	.47	946	.25	3.85	41.5	3.5	13.5	4.5	28.2	-.03	6.60	2.05	1.46	.41
Medio	Large	2.17	.48	569	.95	5.46	52.0	3.1	12.2	3.7	28.7	-.02	10.46	2.49	1.86	.40
Medio	XLarge	2.53	.55	53	1.57	4.47	61.9	2.4	10.6	3.0	29.7	.25	13.72	3.02	2.04	.44

Reykjavfkurtakið 1991

View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm
Both	All	1.25	.65	17838	.04	8.32	41.8	9.8	12.4	4.1	28.4	-.75	5.81	3.62	1.18	.55
Both	XSmall	.44	.16	477	.17	1.22	20.8	2.1	13.2	4.4	28.0	-.85	1.46	.53	.46	.16
Both	Small	.73	.29	4191	.06	3.30	30.8	3.4	12.5	4.2	28.0	-.72	2.78	1.15	.75	.29
Both	Medium	1.18	.44	8012	.05	4.78	41.2	3.3	12.5	4.0	28.3	-.76	5.16	2.00	1.14	.41
Both	Large	1.80	.58	4585	.04	6.86	52.4	3.1	12.3	3.9	28.8	-.77	9.17	3.01	1.62	.50
Both	XLarge	2.40	.96	573	.58	8.32	64.0	5.0	10.6	5.1	29.3	-.58	13.79	5.24	1.95	.76
Crani	All	1.08	.53	8783	.04	6.66	40.4	9.1	11.7	3.9	28.3	-.75	5.28	3.13	1.12	.51
Crani	XSmall	.41	.13	270	.17	.97	20.9	2.0	12.4	4.2	28.0	-.86	1.47	.48	.47	.15
Crani	Small	.69	.27	2307	.06	2.67	30.8	3.4	11.9	4.0	28.1	-.72	2.81	1.15	.76	.29
Crani	Medium	1.10	.41	4249	.05	4.78	41.1	3.3	11.8	3.7	28.3	-.77	5.15	2.02	1.15	.42
Crani	Large	1.59	.53	1838	.04	6.66	51.9	3.0	11.5	3.7	28.8	-.74	8.81	3.07	1.56	.52
Crani	XLarge	1.81	.74	119	.58	3.50	64.9	5.8	7.0	5.5	29.0	-.48	11.83	4.32	1.66	.70
Medio	All	1.41	.72	9055	.09	8.32	43.2	10.2	13.1	4.1	28.4	-.75	6.33	3.98	1.24	.58
Medio	XSmall	.47	.18	207	.18	1.22	20.7	2.2	14.4	4.5	28.0	-.85	1.45	.58	.46	.18
Medio	Small	.78	.31	1884	.09	3.30	30.8	3.4	13.2	4.2	28.0	-.73	2.74	1.15	.74	.29
Medio	Medium	1.27	.45	3763	.10	4.12	41.4	3.4	13.3	4.2	28.2	-.75	5.18	1.97	1.14	.40
Medio	Large	1.93	.57	2747	.22	6.86	52.6	3.2	12.8	3.9	28.8	-.79	9.42	2.94	1.65	.48
Medio	XLarge	2.55	.96	454	.86	8.32	63.7	4.7	11.5	4.5	29.4	-.61	14.31	5.34	2.03	.76

Reykjavfkurtæknið 1992

View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm
Both	All	1.18	.55	1456	.05	4.36	44.7	10.1	12.8	4.7	28.4	0.00	5.68	3.22	1.10	.46
Both	XSmall	.62	.18	6	.38	.83	21.8	1.0	13.0	6.9	28.0	0.00	2.11	.66	.66	.20
Both	Small	.72	.30	280	.05	2.00	31.2	2.9	13.5	4.9	28.0	0.00	2.74	1.12	.74	.29
Both	Medium	1.05	.38	598	.10	3.20	41.8	3.6	12.6	4.8	28.2	0.00	4.61	1.71	1.01	.34
Both	Large	1.47	.48	477	.18	3.47	52.4	3.0	13.0	4.4	28.8	0.00	7.62	2.49	1.34	.41
Both	XLarge	1.90	.75	95	.51	4.36	65.7	6.7	11.5	5.0	29.3	0.00	11.53	4.43	1.55	.63
Crani	All	1.02	.47	733	.05	4.36	43.9	9.7	11.6	4.6	28.4	0.00	5.20	3.02	1.03	.44
Crani	XSmall	.60	.20	4	.38	.83	22.0	1.2	10.8	7.1	28.0	0.00	2.18	.76	.68	.23
Crani	Small	.65	.26	152	.05	1.97	31.3	2.9	12.4	4.9	28.1	0.00	2.65	1.09	.71	.29
Crani	Medium	.92	.31	309	.10	2.15	41.8	3.5	11.4	4.6	28.2	0.00	4.35	1.57	.95	.31
Crani	Large	1.31	.42	234	.36	3.47	52.0	2.9	11.7	4.3	28.8	0.00	7.28	2.47	1.29	.41
Crani	XLarge	1.54	.86	34	.51	4.36	66.4	7.8	9.1	4.9	29.4	0.00	10.42	5.80	1.36	.79
Medio	All	1.34	.57	723	.18	3.52	45.5	10.4	14.1	4.5	28.4	0.00	6.15	3.35	1.17	.46
Medio	XSmall	.64	.21	2	.49	.79	21.5	.7	17.5	4.9	28.0	0.00	1.99	.63	.63	.21
Medio	Small	.81	.31	128	.39	2.00	30.9	3.0	14.9	4.5	28.0	0.00	2.85	1.15	.77	.29
Medio	Medium	1.18	.41	289	.36	3.20	41.8	3.6	13.9	4.8	28.2	0.00	4.88	1.81	1.07	.36
Medio	Large	1.63	.48	243	.18	3.28	52.7	3.0	14.2	4.2	28.7	0.00	7.94	2.47	1.39	.41
Medio	XLarge	2.11	.60	61	.99	3.52	65.3	6.1	12.9	4.5	29.2	0.00	12.14	3.34	1.66	.50

Reykjavíkurtækið september 1990 - apríl 1992

View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm
Both	All	1.28	.64	23785	.04	8.41	41.5	9.9	12.5	4.2	28.4	-.56	5.91	3.54	1.21	.55
Both	XSmall	.55	.28	762	.07	1.71	20.6	2.3	13.6	4.8	28.0	-.51	1.84	.90	.58	.28
Both	Small	.80	.34	5756	.05	3.63	30.7	3.4	12.6	4.3	28.0	-.52	3.04	1.34	.82	.34
Both	Medium	1.23	.45	10604	.05	4.78	41.3	3.4	12.5	4.1	28.3	-.59	5.39	2.07	1.19	.42
Both	Large	1.81	.58	5928	.04	8.41	52.3	3.1	12.3	3.9	28.8	-.59	9.21	2.99	1.63	.50
Both	XLarge	2.34	.92	735	.51	8.32	64.0	5.1	10.6	5.0	29.4	-.44	13.47	5.03	1.91	.74
Crani	All	1.12	.53	11738	.04	8.41	40.1	9.2	11.7	4.0	28.3	-.56	5.39	3.10	1.15	.51
Crani	XSmall	.51	.23	424	.07	1.45	20.6	2.4	12.7	4.4	28.0	-.54	1.79	.82	.57	.26
Crani	Small	.76	.32	3172	.05	3.63	30.8	3.4	12.0	4.2	28.1	-.51	3.07	1.35	.83	.35
Crani	Medium	1.14	.42	5606	.05	4.78	41.2	3.3	11.8	3.8	28.3	-.60	5.35	2.08	1.19	.43
Crani	Large	1.59	.53	2369	.04	8.41	51.9	3.0	11.5	3.8	28.8	-.56	8.80	3.09	1.57	.52
Crani	XLarge	1.77	.76	167	.51	4.36	65.0	6.1	7.4	5.4	29.1	-.35	11.62	4.61	1.61	.72
Medio	All	1.44	.70	12047	.09	8.32	42.9	10.3	13.2	4.3	28.4	-.57	6.41	3.85	1.27	.57
Medio	XSmall	.61	.32	338	.18	1.71	20.6	2.3	14.8	4.9	28.0	-.47	1.89	.98	.60	.31
Medio	Small	.85	.36	2584	.09	3.30	30.7	3.4	13.4	4.4	28.0	-.53	2.99	1.32	.81	.34
Medio	Medium	1.33	.47	4998	.10	4.12	41.4	3.4	13.4	4.3	28.2	-.57	5.43	2.06	1.20	.42
Medio	Large	1.95	.57	3559	.18	6.86	52.5	3.2	12.8	3.9	28.8	-.61	9.48	2.90	1.67	.48
Medio	XLarge	2.50	.90	568	.86	8.32	63.7	4.7	11.6	4.4	29.4	-.46	14.02	5.03	1.99	.72

Farandröntgentakid 1989

Mode	View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	Std. mm	Std. Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Std. Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm	
Both	Both	All	1.85	.69	12795	.25	7.76	40.5	12.2	14.3	4.3	27.0	.24	7.37	3.52	1.76	.56
Both	Both	XSmall	1.12	.34	1060	.37	3.12	18.5	3.8	14.4	4.6	28.0	-.37	3.55	1.09	1.27	.36
Both	Both	Small	1.61	.45	3402	.25	4.68	30.4	3.3	14.3	4.5	27.8	-.10	5.75	1.66	1.74	.47
Both	Both	Medium	1.82	.57	4733	.30	5.77	41.4	3.4	14.3	4.1	26.8	.30	7.06	2.37	1.76	.58
Both	Both	Large	2.15	.60	2786	.77	6.10	52.5	3.3	14.2	4.1	26.2	.61	9.13	2.75	1.82	.52
Both	Both	XLarge	3.00	.87	814	1.13	7.76	64.9	4.8	14.1	3.9	26.0	.88	14.87	5.09	2.32	.64
Both	Crani	All	1.59	.53	6310	.25	6.10	37.6	10.7	13.6	4.2	27.0	.22	6.52	2.70	1.68	.53
Both	Crani	XSmall	1.06	.30	622	.37	2.16	18.5	3.8	13.8	4.6	28.0	-.36	3.55	1.07	1.27	.35
Both	Crani	Small	1.50	.42	2036	.25	4.40	30.4	3.3	13.6	4.4	27.8	-.06	5.71	1.71	1.72	.48
Both	Crani	Medium	1.63	.47	2561	.30	4.42	41.3	3.4	13.7	4.0	26.7	.37	6.70	2.17	1.68	.54
Both	Crani	Large	1.92	.56	980	.77	6.10	52.0	3.2	13.2	3.9	26.1	.71	8.83	2.80	1.78	.52
Both	Crani	XLarge	2.50	.75	111	1.17	5.87	63.3	3.4	12.9	4.2	26.0	.68	13.50	4.30	2.21	.66
Both	Medio	All	2.10	.74	6485	.47	7.76	43.3	13.0	15.0	4.2	26.9	.27	8.20	4.00	1.85	.59
Both	Medio	XSmall	1.22	.36	438	.47	3.12	18.5	3.7	15.2	4.4	28.0	-.38	3.55	1.13	1.27	.37
Both	Medio	Small	1.76	.45	1366	.78	4.68	30.3	3.3	15.3	4.5	27.8	-.16	5.82	1.60	1.76	.45
Both	Medio	Medium	2.04	.60	2172	.55	5.77	41.6	3.4	15.0	4.1	27.0	.22	7.48	2.52	1.86	.60
Both	Medio	Large	2.28	.59	1806	.93	5.47	52.8	3.4	14.8	4.1	26.2	.55	9.30	2.70	1.85	.52
Both	Medio	XLarge	3.08	.87	703	1.13	7.76	65.2	5.0	14.3	3.8	26.0	.91	15.09	5.17	2.34	.63
High	Both	All	1.77	.65	6225	.37	5.75	31.9	8.8	14.3	4.4	28.0	-.17	6.65	2.95	1.86	.60
High	Both	XSmall	1.12	.34	1048	.37	3.12	18.4	3.8	14.4	4.6	28.0	-.38	3.56	1.10	1.27	.36
High	Both	Small	1.64	.45	3042	.58	4.68	30.2	3.3	14.2	4.5	28.0	-.18	5.91	1.66	1.79	.47
High	Both	Medium	2.18	.59	1897	.68	5.75	39.8	3.2	14.4	4.1	28.0	-.06	8.69	2.44	2.21	.56
High	Both	Large	2.92	.70	228	1.49	5.27	50.7	2.7	14.0	3.9	28.0	.00	13.05	3.24	2.67	.63
High	Both	XLarge	3.73	.73	10	2.36	4.75	61.7	1.9	12.7	3.2	28.0	.30	19.47	4.03	3.27	.63
High	Crani	All	1.57	.53	3246	.37	4.42	30.4	7.8	13.6	4.3	28.0	-.17	6.16	2.51	1.79	.57
High	Crani	XSmall	1.06	.30	612	.37	2.16	18.4	3.8	13.8	4.6	28.0	-.38	3.56	1.07	1.28	.35
High	Crani	Small	1.54	.42	1781	.58	4.40	30.1	3.3	13.6	4.3	28.0	-.16	5.90	1.70	1.78	.48
High	Crani	Medium	1.96	.50	827	.68	4.42	39.1	2.9	13.6	4.1	28.0	-.03	8.41	2.34	2.18	.55
High	Crani	Large	2.52	.67	26	1.49	3.79	51.0	3.4	12.7	4.8	27.9	-.15	12.90	3.86	2.61	.69
High	Crani	XLarge	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
High	Medio	All	1.99	.71	2979	.47	5.75	33.6	9.4	15.0	4.3	28.0	-.17	7.18	3.28	1.94	.63
High	Medio	XSmall	1.21	.36	436	.47	3.12	18.5	3.8	15.1	4.4	28.0	-.39	3.55	1.13	1.27	.37
High	Medio	Small	1.78	.45	1261	.78	4.68	30.2	3.3	15.2	4.5	28.0	-.22	5.93	1.60	1.79	.45
High	Medio	Medium	2.34	.60	1070	1.16	5.75	40.4	3.3	15.0	4.0	28.0	-.08	8.91	2.49	2.24	.56
High	Medio	Large	2.97	.69	202	1.49	5.27	50.6	2.6	14.2	3.8	28.0	.02	13.07	3.16	2.68	.62
High	Medio	XLarge	3.73	.73	10	2.36	4.75	61.7	1.9	12.7	3.2	28.0	.30	19.47	4.03	3.27	.63
Low	Both	All	1.93	.71	6570	.25	7.76	48.6	9.1	14.3	4.1	26.0	.63	8.06	3.87	1.67	.51
Low	Both	XSmall	1.02	.32	12	.48	1.86	20.8	1.8	14.8	7.0	26.0	.67	3.11	.84	1.10	.29
Low	Both	Small	1.30	.28	360	.25	2.08	32.2	2.7	14.9	4.7	26.1	.57	4.41	.88	1.31	.25
Low	Both	Medium	1.57	.41	2836	.30	5.77	42.5	3.1	14.2	4.1	26.0	.54	5.97	1.56	1.46	.35
Low	Both	Large	2.09	.54	2558	.77	6.10	52.7	3.3	14.3	4.1	26.0	.66	8.78	2.41	1.75	.44
Low	Both	XLarge	2.99	.87	804	1.13	7.76	65.0	4.9	14.1	3.9	26.0	.89	14.82	5.07	2.31	.63
Low	Crani	All	1.62	.52	3064	.25	6.10	45.2	7.5	13.5	4.0	26.0	.62	6.90	2.84	1.56	.45
Low	Crani	XSmall	.93	.19	10	.48	1.15	20.7	1.9	13.5	6.9	26.0	.70	2.93	.60	1.04	.21
Low	Crani	Small	1.23	.25	255	.25	2.00	32.2	2.8	14.1	4.6	26.1	.58	4.34	.91	1.29	.26
Low	Crani	Medium	1.47	.36	1734	.30	4.04	42.3	3.1	13.7	4.0	26.0	.56	5.88	1.51	1.45	.35
Low	Crani	Large	1.91	.55	954	.77	6.10	52.0	3.2	13.2	3.9	26.0	.73	8.72	2.68	1.75	.49
Low	Crani	XLarge	2.50	.75	111	1.17	5.87	63.3	3.4	12.9	4.2	26.0	.68	13.50	4.30	2.21	.66
Low	Medio	All	2.20	.75	3506	.55	7.76	51.6	9.3	14.9	4.1	26.0	.64	9.07	4.33	1.77	.53
Low	Medio	XSmall	1.47	.56	2	1.07	1.86	21.0	1.4	21.5	.7	26.0	.50	4.02	1.58	1.41	.53
Low	Medio	Small	1.49	.25	105	1.03	2.08	32.2	2.6	16.6	4.4	26.0	.54	4.59	.78	1.37	.23
Low	Medio	Medium	1.74	.43	1102	.55	5.77	42.8	3.1	15.1	4.3	26.0	.50	6.10	1.62	1.48	.36
Low	Medio	Large	2.19	.51	1604	.93	5.47	53.0	3.3	14.9	4.1	26.0	.62	8.82	2.23	1.75	.40
Low	Medio	XLarge	3.07	.86	693	1.13	7.76	65.2	5.0	14.3	3.8	26.0	.92	15.03	5.16	2.33	.63

Farandröntgentakid 1990

Mode	View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Std. Kerma	Firm	Std. Firm	
Both	Both	All	1.97	.66	5773	.23	6.65	42.8	12.5	14.3	4.0	26.6	.68	7.93	3.59	1.83	.56
Both	Both	XSmall	1.29	.40	380	.40	2.86	17.9	3.6	12.9	3.8	27.8	.58	4.02	1.34	1.45	.45
Both	Both	Small	1.81	.52	1197	.62	4.26	30.3	3.3	14.2	4.0	27.6	.60	6.38	1.99	1.93	.57
Both	Both	Medium	1.83	.55	2116	.81	5.71	41.8	3.4	14.3	4.1	26.4	.69	7.00	2.26	1.74	.57
Both	Both	Large	2.14	.54	1567	.23	6.50	52.6	3.3	14.7	4.0	26.0	.71	9.09	2.44	1.81	.44
Both	Both	XLarge	2.93	.75	513	.46	6.65	64.9	5.0	14.2	3.9	26.0	.80	14.75	4.88	2.30	.55
Both	Crani	All	1.76	.56	2810	.23	6.50	40.6	11.5	13.5	4.0	26.7	.67	7.36	3.13	1.79	.57
Both	Crani	XSmall	1.23	.40	224	.40	2.86	18.0	3.7	12.6	3.8	27.8	.59	4.09	1.42	1.48	.48
Both	Crani	Small	1.72	.51	655	.62	3.95	30.4	3.3	13.7	4.0	27.6	.60	6.47	2.11	1.95	.60
Both	Crani	Medium	1.68	.47	1149	.81	4.30	41.7	3.4	13.7	4.0	26.3	.69	6.83	2.11	1.70	.55
Both	Crani	Large	1.95	.50	659	.23	6.50	52.3	3.3	13.6	4.0	26.0	.71	8.94	2.58	1.79	.46
Both	Crani	XLarge	2.64	.79	123	.46	5.23	63.6	4.6	12.8	3.9	26.0	.82	14.51	5.40	2.32	.67
Both	Medio	All	2.17	.69	2963	.27	6.65	45.0	13.0	15.0	4.0	26.6	.68	8.47	3.89	1.87	.55
Both	Medio	XSmall	1.36	.40	156	.52	2.57	17.8	3.6	13.4	3.8	27.8	.58	3.93	1.23	1.42	.41
Both	Medio	Small	1.92	.52	542	.97	4.26	30.2	3.3	14.7	4.0	27.6	.60	6.27	1.84	1.90	.53
Both	Medio	Medium	2.01	.59	967	.88	5.71	42.0	3.4	15.0	4.1	26.5	.68	7.20	2.41	1.78	.60
Both	Medio	Large	2.28	.52	908	.27	5.27	52.9	3.4	15.5	3.7	26.0	.71	9.20	2.33	1.83	.43
Both	Medio	XLarge	3.02	.71	390	1.60	6.65	65.3	5.1	14.7	3.8	26.0	.79	14.82	4.71	2.29	.50
High	Both	All	1.95	.69	1732	.40	5.71	30.2	8.2	13.8	3.9	28.0	.52	7.15	3.01	2.08	.68
High	Both	XSmall	1.31	.40	341	.40	2.86	18.0	3.6	13.1	3.9	28.0	.54	4.12	1.34	1.48	.45
High	Both	Small	1.91	.51	935	.62	4.26	29.9	3.3	13.9	4.0	28.0	.52	6.83	1.94	2.07	.55
High	Both	Medium	2.48	.70	433	1.01	5.71	39.3	3.2	14.2	3.9	28.0	.52	9.81	2.82	2.53	.68
High	Both	Large	3.22	.83	22	1.78	4.77	50.4	3.1	14.0	3.8	28.0	.41	14.70	3.86	3.02	.72
High	Both	XLarge	3.60	0.00	1	3.60	3.60	61.0	0.0	13.0	0.0	28.0	1.00	21.26	0.00	3.63	0.00
High	Crani	All	1.81	.62	896	.40	4.30	29.4	7.9	13.2	3.9	28.0	.53	7.04	2.90	2.09	.68
High	Crani	XSmall	1.26	.40	199	.40	2.86	18.1	3.6	12.7	3.9	28.0	.54	4.21	1.42	1.51	.48
High	Crani	Small	1.84	.50	502	.62	3.95	30.1	3.3	13.4	3.8	28.0	.51	7.03	2.02	2.12	.57
High	Crani	Medium	2.29	.63	187	1.11	4.30	38.5	2.8	13.2	4.0	28.0	.55	9.74	2.77	2.55	.70
High	Crani	Large	2.71	.85	7	1.78	4.11	52.0	3.8	11.7	4.3	28.0	.43	14.10	4.85	2.79	.85
High	Crani	XLarge	3.60	0.00	1	3.60	3.60	61.0	0.0	13.0	0.0	28.0	1.00	21.26	0.00	3.63	0.00
High	Medio	All	2.10	.73	836	.52	5.71	31.1	8.5	14.5	3.9	28.0	.51	7.27	3.12	2.08	.67
High	Medio	XSmall	1.37	.40	142	.52	2.57	17.8	3.6	13.7	3.8	28.0	.54	3.99	1.23	1.44	.41
High	Medio	Small	2.00	.52	433	1.00	4.26	29.7	3.3	14.5	4.0	28.0	.52	6.61	1.83	2.01	.52
High	Medio	Medium	2.62	.71	246	1.01	5.71	40.0	3.3	15.0	3.7	28.0	.49	9.87	2.87	2.51	.67
High	Medio	Large	3.45	.73	15	2.37	4.77	49.7	2.5	15.1	3.1	28.0	.40	14.98	3.47	3.13	.65
High	Medio	XLarge	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Low	Both	All	1.98	.65	4041	.23	6.65	48.3	9.8	14.5	4.0	26.0	.75	8.26	3.76	1.72	.46
Low	Both	XSmall	1.13	.36	39	.49	2.44	17.1	4.1	11.5	2.6	26.4	.97	3.20	1.03	1.20	.38
Low	Both	Small	1.44	.36	262	.75	2.68	31.7	3.1	15.1	4.2	26.1	.90	4.76	1.16	1.42	.33
Low	Both	Medium	1.66	.35	1683	.81	3.05	42.5	3.1	14.3	4.1	26.0	.73	6.27	1.34	1.54	.30
Low	Both	Large	2.13	.52	1545	.23	6.50	52.6	3.3	14.7	4.0	26.0	.72	9.01	2.32	1.80	.41
Low	Both	XLarge	2.93	.75	512	.46	6.65	64.9	5.0	14.2	3.9	26.0	.79	14.73	4.87	2.30	.54
Low	Crani	All	1.73	.53	1914	.23	6.50	45.9	8.9	13.7	4.0	26.0	.74	7.51	3.23	1.66	.45
Low	Crani	XSmall	1.06	.34	25	.49	1.77	16.9	4.4	12.0	2.7	26.5	.96	3.16	1.05	1.19	.38
Low	Crani	Small	1.32	.31	153	.75	2.68	31.5	3.2	14.7	4.2	26.1	.88	4.65	1.16	1.40	.32
Low	Crani	Medium	1.56	.32	962	.81	3.05	42.4	3.1	13.8	3.9	26.0	.72	6.26	1.37	1.54	.31
Low	Crani	Large	1.94	.49	652	.23	6.50	52.3	3.3	13.6	4.0	26.0	.71	8.89	2.49	1.78	.44
Low	Crani	XLarge	2.64	.79	122	.46	5.23	63.6	4.6	12.8	3.9	26.0	.82	14.45	5.39	2.31	.66
Low	Medio	All	2.20	.67	2127	.27	6.65	50.4	10.1	15.2	4.0	26.0	.75	8.94	4.06	1.78	.47
Low	Medio	XSmall	1.25	.38	14	.93	2.44	17.4	3.5	10.6	2.4	26.3	1.00	3.27	1.04	1.22	.37
Low	Medio	Small	1.60	.37	109	.97	2.66	32.0	2.9	15.6	4.1	26.1	.93	4.92	1.16	1.47	.34
Low	Medio	Medium	1.80	.35	721	.88	3.02	42.7	3.2	15.1	4.2	26.0	.74	6.29	1.31	1.54	.30
Low	Medio	Large	2.26	.50	893	.27	5.27	52.9	3.3	15.5	3.7	26.0	.72	9.10	2.18	1.80	.39
Low	Medio	XLarge	3.02	.71	390	1.60	6.65	65.3	5.1	14.7	3.8	26.0	.79	14.82	4.71	2.29	.50

Farandröntgentakiö 1991

Mode	View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm
Both	Both	All	1.52	.66	5170	.23	5.35	41.6	12.0	14.4	4.6	26.7	.57	5.98	3.02	1.42	.56
Both	Both	XSmall	1.14	.49	344	.24	2.86	18.4	3.7	14.9	5.2	27.8	.34	3.56	1.53	1.28	.54
Both	Both	Small	1.37	.56	1248	.23	3.35	30.3	3.3	14.5	5.0	27.3	.40	4.75	1.93	1.45	.59
Both	Both	Medium	1.42	.58	1936	.23	4.73	41.6	3.4	14.4	4.5	26.5	.58	5.41	2.18	1.35	.53
Both	Both	Large	1.72	.64	1307	.40	5.07	52.5	3.4	14.3	4.1	26.1	.72	7.28	2.73	1.45	.52
Both	Both	XLarge	2.28	.88	335	.78	5.35	64.5	4.1	14.5	4.2	26.0	.80	11.26	4.50	1.79	.67
Both	Crani	All	1.32	.56	2546	.23	4.72	39.3	10.9	13.4	4.5	26.7	.57	5.42	2.64	1.36	.56
Both	Crani	XSmall	1.06	.45	198	.24	2.51	18.3	3.6	14.2	5.1	27.8	.36	3.51	1.54	1.27	.54
Both	Crani	Small	1.25	.51	704	.23	3.35	30.3	3.3	13.7	4.8	27.3	.41	4.62	1.93	1.40	.59
Both	Crani	Medium	1.28	.51	1045	.23	4.72	41.4	3.4	13.3	4.3	26.4	.61	5.19	2.12	1.30	.52
Both	Crani	Large	1.52	.59	536	.40	4.03	52.0	3.2	12.9	4.2	26.1	.73	7.00	2.81	1.41	.54
Both	Crani	XLarge	2.01	.82	63	.78	4.08	63.1	3.1	13.6	4.5	26.0	.87	10.86	4.50	1.78	.72
Both	Medio	All	1.71	.70	2624	.25	5.35	43.7	12.6	15.4	4.4	26.6	.58	6.52	3.27	1.48	.57
Both	Medio	XSmall	1.24	.51	146	.25	2.86	18.7	3.7	16.0	5.2	27.9	.31	3.62	1.52	1.29	.53
Both	Medio	Small	1.53	.58	544	.32	3.25	30.2	3.3	15.5	4.9	27.4	.39	4.93	1.93	1.50	.58
Both	Medio	Medium	1.59	.61	891	.48	4.73	41.8	3.4	15.7	4.4	26.6	.56	5.66	2.23	1.41	.54
Both	Medio	Large	1.85	.64	771	.42	5.07	52.9	3.4	15.3	3.8	26.1	.72	7.48	2.66	1.48	.50
Both	Medio	XLarge	2.34	.89	272	.80	5.35	64.8	4.3	14.7	4.1	26.1	.79	11.35	4.51	1.79	.66
High	Both	All	1.34	.62	1699	.23	4.72	31.6	9.4	13.6	4.5	28.0	.18	4.92	2.40	1.43	.65
High	Both	XSmall	1.13	.50	317	.24	2.86	18.2	3.7	14.5	4.8	28.0	.29	3.53	1.57	1.27	.55
High	Both	Small	1.40	.62	823	.23	3.35	29.6	3.3	13.5	4.3	28.0	.21	4.94	2.16	1.51	.65
High	Both	Medium	1.38	.70	477	.23	4.72	40.3	3.2	13.4	4.3	28.0	.08	5.52	2.77	1.40	.70
High	Both	Large	1.31	.50	74	.66	3.44	50.8	2.8	12.8	5.4	28.0	.04	6.09	2.36	1.24	.47
High	Both	XLarge	1.86	.22	8	1.53	2.29	64.4	5.0	12.8	5.5	28.0	0.00	10.33	1.33	1.64	.16
High	Crani	All	1.21	.57	883	.23	4.72	30.7	9.1	12.4	4.3	28.0	.19	4.73	2.37	1.40	.66
High	Crani	XSmall	1.05	.47	178	.24	2.51	18.0	3.6	13.6	4.5	28.0	.30	3.50	1.60	1.27	.57
High	Crani	Small	1.28	.57	449	.23	3.35	29.5	3.3	12.5	4.0	28.0	.21	4.84	2.16	1.48	.66
High	Crani	Medium	1.22	.64	224	.23	4.72	40.0	3.1	11.7	4.5	28.0	.07	5.28	2.84	1.35	.71
High	Crani	Large	1.17	.51	31	.66	2.93	51.3	2.8	9.7	4.7	28.0	.06	5.97	2.70	1.21	.52
High	Crani	XLarge	1.53	0.00	1	1.53	1.53	64.0	0.0	9.0	0.0	28.0	0.00	9.50	0.00	1.53	0.00
High	Medio	All	1.47	.65	816	.25	4.16	32.5	9.7	14.8	4.3	28.0	.17	5.12	2.42	1.46	.64
High	Medio	XSmall	1.22	.51	139	.25	2.86	18.6	3.7	15.6	4.9	28.0	.27	3.57	1.54	1.28	.53
High	Medio	Small	1.53	.65	374	.32	3.25	29.6	3.4	14.6	4.3	28.0	.21	5.06	2.16	1.55	.65
High	Medio	Medium	1.51	.71	253	.60	4.16	40.6	3.3	14.8	3.6	28.0	.09	5.73	2.69	1.45	.68
High	Medio	Large	1.41	.48	43	.78	3.44	50.4	2.8	14.9	4.8	28.0	.02	6.18	2.12	1.27	.43
High	Medio	XLarge	1.90	.19	7	1.74	2.29	64.4	5.3	13.3	5.8	28.0	0.00	10.45	1.39	1.65	.17
Low	Both	All	1.61	.66	3471	.30	5.35	46.4	9.8	14.8	4.5	26.0	.77	6.50	3.16	1.42	.52
Low	Both	XSmall	1.28	.31	27	.61	1.85	21.0	2.3	20.5	6.7	26.1	.93	3.85	.80	1.36	.27
Low	Both	Small	1.33	.42	425	.52	2.76	31.6	2.9	16.4	5.6	26.0	.78	4.39	1.33	1.32	.39
Low	Both	Medium	1.44	.53	1459	.30	4.73	42.0	3.4	14.7	4.5	26.0	.75	5.37	1.95	1.33	.47
Low	Both	Large	1.74	.64	1233	.40	5.07	52.6	3.4	14.4	4.0	26.0	.76	7.35	2.73	1.47	.52
Low	Both	XLarge	2.29	.89	327	.78	5.35	64.5	4.1	14.5	4.2	26.0	.82	11.28	4.55	1.79	.68
Low	Crani	All	1.38	.54	1663	.30	4.60	43.9	8.7	13.9	4.5	26.0	.77	5.79	2.69	1.34	.49
Low	Crani	XSmall	1.14	.22	20	.61	1.50	21.0	2.3	19.4	7.0	26.1	.90	3.59	.74	1.27	.24
Low	Crani	Small	1.20	.38	255	.52	2.41	31.7	3.0	15.6	5.4	26.0	.77	4.22	1.35	1.27	.40
Low	Crani	Medium	1.30	.46	821	.30	4.60	41.8	3.4	13.7	4.1	26.0	.75	5.16	1.88	1.28	.45
Low	Crani	Large	1.55	.59	505	.40	4.03	52.1	3.3	13.1	4.1	26.0	.77	7.06	2.81	1.42	.54
Low	Crani	XLarge	2.02	.83	62	.78	4.08	63.1	3.1	13.7	4.5	26.0	.89	10.88	4.53	1.79	.72
Low	Medio	All	1.82	.69	1808	.42	5.35	48.8	10.2	15.7	4.4	26.0	.77	7.15	3.40	1.49	.53
Low	Medio	XSmall	1.68	.16	7	1.39	1.85	21.0	2.4	23.6	5.1	26.0	1.00	4.59	.46	1.62	.16
Low	Medio	Small	1.52	.41	170	.68	2.76	31.4	2.8	17.5	5.6	26.0	.79	4.63	1.26	1.39	.37
Low	Medio	Medium	1.62	.56	638	.48	4.73	42.2	3.3	16.0	4.7	26.0	.75	5.63	2.01	1.39	.48
Low	Medio	Large	1.88	.64	728	.42	5.07	53.0	3.4	15.3	3.7	26.0	.76	7.56	2.67	1.50	.51
Low	Medio	XLarge	2.36	.89	265	.80	5.35	64.9	4.3	14.7	4.1	26.0	.81	11.37	4.56	1.80	.67

Farandröntgentækið janúar - maí 1991

Mode	View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm
Both	Both	All	1.87	.61	3007	.60	5.35	40.1	12.2	14.4	4.9	26.6	.55	7.22	3.07	1.75	.48
Both	Both	XSmall	1.35	.38	253	.61	2.86	18.3	3.7	14.9	5.7	27.8	.46	4.20	1.23	1.51	.42
Both	Both	Small	1.66	.44	841	.63	3.35	30.1	3.3	14.6	5.3	27.2	.51	5.72	1.57	1.74	.47
Both	Both	Medium	1.79	.52	1072	.60	4.73	41.4	3.5	14.2	4.9	26.3	.57	6.72	2.04	1.68	.48
Both	Both	Large	2.18	.50	675	.83	5.07	52.5	3.3	14.2	4.0	26.0	.57	9.20	2.19	1.84	.39
Both	Both	XLarge	2.96	.68	166	.83	5.35	64.4	3.7	14.1	4.2	26.0	.64	14.52	3.67	2.32	.50
Both	Crani	All	1.64	.49	1468	.60	4.72	37.9	11.1	13.2	4.6	26.6	.54	6.63	2.62	1.69	.48
Both	Crani	XSmall	1.26	.36	145	.61	2.51	18.0	3.7	14.1	5.6	27.7	.50	4.15	1.27	1.50	.44
Both	Crani	Small	1.53	.40	454	.63	3.35	30.1	3.3	13.6	5.2	27.2	.50	5.64	1.60	1.72	.48
Both	Crani	Medium	1.62	.45	564	.60	4.72	41.2	3.5	12.8	4.3	26.2	.56	6.50	2.01	1.63	.47
Both	Crani	Large	1.96	.43	276	.83	4.03	52.1	3.2	12.8	3.7	26.0	.58	8.98	2.21	1.81	.39
Both	Crani	XLarge	2.68	.69	29	.83	4.08	63.3	2.6	12.9	4.5	26.0	.69	14.48	3.76	2.37	.58
Both	Medio	All	2.08	.63	1539	.66	5.35	42.1	12.7	15.5	4.8	26.5	.55	7.78	3.35	1.81	.48
Both	Medio	XSmall	1.47	.38	108	.66	2.86	18.6	3.8	16.0	5.7	27.9	.42	4.27	1.17	1.53	.39
Both	Medio	Small	1.81	.43	387	.97	3.25	30.1	3.3	15.7	5.2	27.2	.51	5.81	1.54	1.77	.45
Both	Medio	Medium	1.98	.52	508	.83	4.73	41.7	3.5	15.7	5.1	26.3	.58	6.96	2.05	1.73	.49
Both	Medio	Large	2.33	.49	399	1.28	5.07	52.8	3.4	15.2	4.0	26.0	.56	9.36	2.17	1.86	.39
Both	Medio	XLarge	3.02	.66	137	1.15	5.35	64.7	3.8	14.3	4.1	26.0	.64	14.53	3.67	2.30	.48
High	Both	All	1.77	.54	861	.66	4.72	27.9	7.8	13.3	4.5	28.0	.34	6.28	2.30	1.91	.52
High	Both	XSmall	1.36	.39	226	.66	2.86	18.0	3.8	14.2	5.2	28.0	.41	4.25	1.27	1.53	.43
High	Both	Small	1.81	.43	495	.87	3.35	29.2	3.2	13.1	4.2	28.0	.35	6.37	1.51	1.96	.43
High	Both	Medium	2.30	.58	137	1.40	4.72	39.2	3.0	13.0	4.2	28.0	.23	9.11	2.45	2.35	.54
High	Both	Large	2.98	.44	3	2.57	3.44	51.3	2.5	12.3	11.2	28.0	.33	14.44	1.28	2.92	.25
High	Both	XLarge	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
High	Crani	All	1.63	.49	450	.67	4.72	27.4	7.8	12.2	4.2	28.0	.36	6.14	2.31	1.89	.54
High	Crani	XSmall	1.28	.38	125	.67	2.51	17.6	3.7	13.3	4.8	28.0	.43	4.24	1.32	1.54	.45
High	Crani	Small	1.68	.39	260	.87	3.35	29.1	3.1	12.0	3.8	28.0	.36	6.32	1.56	1.95	.45
High	Crani	Medium	2.07	.58	63	1.40	4.72	39.0	2.8	11.1	4.2	28.0	.21	8.89	2.80	2.30	.62
High	Crani	Large	2.75	.26	2	2.57	2.93	52.5	2.1	6.0	2.8	28.0	.50	14.31	1.79	2.83	.27
High	Crani	XLarge	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
High	Medio	All	1.93	.55	411	.66	4.16	28.5	7.7	14.6	4.5	28.0	.33	6.43	2.28	1.94	.51
High	Medio	XSmall	1.46	.39	101	.66	2.86	18.4	3.8	15.4	5.4	28.0	.38	4.25	1.20	1.53	.40
High	Medio	Small	1.95	.42	235	1.11	3.25	29.4	3.4	14.3	4.3	28.0	.33	6.43	1.46	1.97	.41
High	Medio	Medium	2.49	.50	74	1.56	4.16	39.3	3.1	14.6	3.5	28.0	.26	9.30	2.12	2.39	.47
High	Medio	Large	3.44	0.00	1	3.44	3.44	49.0	0.0	25.0	0.0	28.0	0.00	14.71	0.00	3.12	0.00
High	Medio	XLarge	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Low	Both	All	1.91	.63	2146	.60	5.35	44.9	10.0	14.8	4.9	26.0	.63	7.59	3.26	1.69	.45
Low	Both	XSmall	1.28	.31	27	.61	1.85	21.0	2.3	20.5	6.7	26.1	.93	3.85	.80	1.36	.27
Low	Both	Small	1.45	.35	346	.63	2.76	31.4	3.0	16.7	5.9	26.0	.73	4.78	1.13	1.44	.33
Low	Both	Medium	1.71	.46	935	.60	4.73	41.7	3.5	14.4	4.9	26.0	.62	6.37	1.71	1.58	.39
Low	Both	Large	2.18	.50	672	.83	5.07	52.5	3.3	14.2	4.0	26.0	.57	9.18	2.17	1.83	.38
Low	Both	XLarge	2.96	.68	166	.83	5.35	64.4	3.7	14.1	4.2	26.0	.64	14.52	3.67	2.32	.50
Low	Crani	All	1.65	.49	1018	.60	4.60	42.6	9.0	13.6	4.7	26.0	.63	6.84	2.72	1.61	.42
Low	Crani	XSmall	1.14	.22	20	.61	1.50	21.0	2.3	19.4	7.0	26.1	.90	3.59	.74	1.27	.24
Low	Crani	Small	1.34	.32	194	.63	2.41	31.5	3.1	15.8	5.9	26.0	.70	4.72	1.14	1.42	.33
Low	Crani	Medium	1.56	.39	501	.60	4.60	41.4	3.5	13.1	4.2	26.0	.61	6.20	1.66	1.55	.38
Low	Crani	Large	1.96	.43	274	.83	4.03	52.1	3.3	12.8	3.7	26.0	.58	8.94	2.16	1.80	.38
Low	Crani	XLarge	2.68	.69	29	.83	4.08	63.3	2.6	12.9	4.5	26.0	.69	14.48	3.76	2.37	.58
Low	Medio	All	2.14	.64	1128	.83	5.35	47.0	10.4	15.8	4.9	26.0	.63	8.27	3.54	1.77	.46
Low	Medio	XSmall	1.68	.16	7	1.39	1.85	21.0	2.4	23.6	5.1	26.0	1.00	4.59	.46	1.62	.16
Low	Medio	Small	1.60	.35	152	.97	2.76	31.2	2.9	17.8	5.8	26.0	.78	4.86	1.11	1.47	.32
Low	Medio	Medium	1.89	.48	434	.83	4.73	42.1	3.4	15.9	5.2	26.0	.63	6.56	1.75	1.62	.40
Low	Medio	Large	2.33	.49	398	1.28	5.07	52.8	3.4	15.2	3.9	26.0	.56	9.35	2.16	1.86	.38
Low	Medio	XLarge	3.02	.66	137	1.15	5.35	64.7	3.8	14.3	4.1	26.0	.64	14.53	3.67	2.30	.48

Farandröntgentaklõõ jlfi - desember 1991

Mode	View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm
Both	Both	All	1.04	.36	2163	.23	3.89	43.6	11.4	14.5	4.1	26.8	.61	4.26	1.91	.96	.26
Both	Both	XSmall	.55	.14	91	.24	.93	18.9	3.4	15.0	3.5	28.0	0.00	1.75	.46	.63	.15
Both	Both	Small	.77	.17	407	.23	1.44	30.6	3.3	14.3	4.1	27.6	.20	2.75	.66	.83	.18
Both	Both	Medium	.97	.21	864	.23	2.16	41.7	3.3	14.6	4.0	26.8	.60	3.78	.85	.94	.20
Both	Both	Large	1.22	.33	632	.40	3.89	52.6	3.5	14.4	4.2	26.2	.88	5.23	1.46	1.04	.26
Both	Both	XLarge	1.62	.44	169	.78	3.52	64.6	4.6	14.9	4.2	26.1	.96	8.05	2.48	1.27	.34
Both	Crani	All	.89	.28	1078	.23	3.89	41.2	10.2	13.6	4.3	26.8	.60	3.78	1.55	.91	.25
Both	Crani	XSmall	.52	.12	53	.24	.77	18.9	3.4	14.3	3.4	28.0	0.00	1.76	.42	.63	.14
Both	Crani	Small	.73	.16	250	.23	1.44	30.7	3.3	13.7	4.0	27.5	.25	2.76	.67	.83	.19
Both	Crani	Medium	.89	.18	481	.23	1.89	41.6	3.2	13.8	4.2	26.7	.66	3.65	.82	.91	.19
Both	Crani	Large	1.06	.31	260	.40	3.89	52.0	3.3	13.1	4.7	26.2	.88	4.90	1.59	.99	.29
Both	Crani	XLarge	1.44	.38	34	.78	2.47	63.0	3.5	14.3	4.5	26.1	1.03	7.77	2.16	1.28	.34
Both	Medio	All	1.19	.38	1085	.25	3.52	46.1	11.9	15.4	3.6	26.7	.63	4.73	2.11	1.01	.27
Both	Medio	XSmall	.59	.17	38	.25	.93	18.9	3.4	15.9	3.4	28.0	0.00	1.75	.51	.62	.17
Both	Medio	Small	.83	.17	157	.32	1.29	30.3	3.4	15.1	4.1	27.8	.11	2.74	.63	.83	.17
Both	Medio	Medium	1.08	.20	383	.48	2.16	41.9	3.3	15.6	3.4	26.9	.54	3.94	.87	.97	.20
Both	Medio	Large	1.34	.29	372	.42	2.94	53.0	3.5	15.3	3.6	26.2	.88	5.46	1.31	1.08	.23
Both	Medio	XLarge	1.66	.44	135	.80	3.52	65.0	4.7	15.1	4.1	26.1	.94	8.12	2.56	1.27	.34
High	Both	All	.89	.31	838	.23	2.72	35.3	9.5	13.8	4.4	28.0	.01	3.52	1.55	.93	.27
High	Both	XSmall	.55	.14	91	.24	.93	18.9	3.4	15.0	3.5	28.0	0.00	1.75	.46	.63	.15
High	Both	Small	.77	.18	328	.23	1.44	30.1	3.4	14.1	4.2	28.0	.01	2.78	.70	.84	.19
High	Both	Medium	1.01	.26	340	.23	2.16	40.7	3.2	13.5	4.4	28.0	.01	4.08	1.02	1.02	.24
High	Both	Large	1.24	.37	71	.66	2.72	50.8	2.8	12.8	5.2	28.0	.03	5.74	1.63	1.17	.32
High	Both	XLarge	1.86	.22	8	1.53	2.29	64.4	5.0	12.8	5.5	28.0	0.00	10.33	1.33	1.64	.16
High	Crani	All	.79	.24	433	.23	1.95	34.1	9.1	12.7	4.4	28.0	.01	3.26	1.30	.89	.25
High	Crani	XSmall	.52	.12	53	.24	.77	18.9	3.4	14.3	3.4	28.0	0.00	1.76	.42	.63	.14
High	Crani	Small	.73	.18	189	.23	1.44	30.2	3.4	13.3	4.2	28.0	.01	2.80	.73	.85	.20
High	Crani	Medium	.89	.23	161	.23	1.89	40.4	3.1	11.9	4.6	28.0	.01	3.87	1.02	.98	.25
High	Crani	Large	1.06	.29	29	.66	1.95	51.2	2.8	10.0	4.8	28.0	.03	5.40	1.55	1.09	.29
High	Crani	XLarge	1.53	0.00	1	1.53	1.53	64.0	0.0	9.0	0.0	28.0	0.00	9.50	0.00	1.53	0.00
High	Medio	All	1.01	.33	405	.25	2.72	36.6	9.9	15.0	4.0	28.0	.01	3.79	1.74	.97	.29
High	Medio	XSmall	.59	.17	38	.25	.93	18.9	3.4	15.9	3.4	28.0	0.00	1.75	.51	.62	.17
High	Medio	Small	.83	.18	139	.32	1.29	29.9	3.3	15.1	4.2	28.0	0.00	2.75	.65	.83	.18
High	Medio	Medium	1.11	.24	179	.60	2.16	41.1	3.3	14.9	3.6	28.0	.02	4.26	.99	1.06	.22
High	Medio	Large	1.36	.37	42	.78	2.72	50.5	2.8	14.7	4.6	28.0	.02	5.98	1.67	1.23	.33
High	Medio	XLarge	1.90	.19	7	1.74	2.29	64.4	5.3	13.3	5.8	28.0	0.00	10.45	1.39	1.65	.17
Low	Both	All	1.13	.36	1325	.30	3.89	48.9	9.0	14.9	3.8	26.0	.99	4.73	1.97	.98	.25
Low	Both	XSmall	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Low	Both	Small	.77	.12	79	.52	1.13	32.5	2.3	15.1	3.3	26.0	.99	2.65	.43	.78	.12
Low	Both	Medium	.95	.17	524	.30	1.61	42.4	3.1	15.2	3.5	26.0	.99	3.58	.66	.88	.14
Low	Both	Large	1.22	.32	561	.40	3.89	52.8	3.5	14.6	4.0	26.0	.99	5.17	1.42	1.03	.25
Low	Both	XLarge	1.60	.44	161	.78	3.52	64.6	4.6	15.0	4.1	26.0	1.01	7.93	2.47	1.26	.33
Low	Crani	All	.96	.28	645	.30	3.89	45.9	7.9	14.3	4.1	26.0	.99	4.13	1.61	.92	.24
Low	Crani	XSmall	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Low	Crani	Small	.74	.12	61	.52	1.07	32.3	2.4	15.0	3.3	26.0	1.00	2.64	.44	.78	.12
Low	Crani	Medium	.88	.15	320	.30	1.30	42.2	3.1	14.7	3.7	26.0	.98	3.54	.67	.87	.14
Low	Crani	Large	1.06	.32	231	.40	3.89	52.1	3.3	13.5	4.6	26.0	.98	4.84	1.58	.97	.29
Low	Crani	XLarge	1.44	.38	33	.78	2.47	63.0	3.5	14.4	4.5	26.0	1.06	7.72	2.17	1.27	.34
Low	Medio	All	1.29	.36	680	.42	3.52	51.7	9.1	15.6	3.4	26.0	.99	5.29	2.11	1.04	.25
Low	Medio	XSmall	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Low	Medio	Small	.85	.12	18	.68	1.13	33.1	1.9	15.2	3.6	26.0	.94	2.65	.41	.78	.11
Low	Medio	Medium	1.04	.16	204	.48	1.61	42.5	3.1	16.1	3.1	26.0	1.00	3.65	.63	.89	.13
Low	Medio	Large	1.34	.27	330	.42	2.94	53.3	3.5	15.4	3.4	26.0	.99	5.40	1.24	1.06	.21
Low	Medio	XLarge	1.65	.45	128	.80	3.52	65.0	4.7	15.2	4.0	26.0	.99	7.99	2.55	1.25	.33

Farandröntgentakið 1992

Mode	View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm
Both	Both	All	1.01	.38	524	.32	2.92	39.5	11.6	12.1	5.2	26.9	.52	3.96	1.81	.96	.29
Both	Both	XSmall	.58	.15	56	.37	1.12	19.4	3.3	11.6	5.5	28.0	.02	1.81	.45	.64	.14
Both	Both	Small	.79	.23	127	.32	1.46	30.1	3.3	10.7	5.4	27.5	.22	2.76	.83	.84	.23
Both	Both	Medium	1.03	.27	203	.44	2.08	41.1	3.2	12.8	4.9	26.8	.56	3.95	1.08	.99	.26
Both	Both	Large	1.30	.34	118	.53	2.92	52.6	3.3	12.4	5.1	26.2	.92	5.57	1.45	1.11	.26
Both	Both	XLarge	1.70	.31	20	1.19	2.38	62.1	2.7	12.8	4.8	26.1	.95	8.14	1.34	1.37	.20
Both	Crani	All	.88	.31	262	.32	2.44	38.5	11.3	10.4	4.8	26.9	.51	3.68	1.62	.91	.28
Both	Crani	XSmall	.52	.10	28	.38	.72	18.8	3.8	10.0	4.3	27.9	.04	1.74	.38	.62	.12
Both	Crani	Small	.73	.22	72	.32	1.32	30.3	3.4	9.0	4.6	27.4	.24	2.72	.88	.82	.25
Both	Crani	Medium	.93	.24	102	.44	1.93	40.9	2.9	11.5	4.9	26.7	.60	3.80	1.09	.96	.27
Both	Crani	Large	1.15	.27	54	.53	2.44	52.3	3.5	10.1	4.7	26.2	.91	5.30	1.33	1.07	.25
Both	Crani	XLarge	1.40	.17	6	1.19	1.70	63.2	4.1	10.5	5.8	26.0	1.00	7.54	1.23	1.24	.15
Both	Medio	All	1.13	.40	262	.37	2.92	40.6	11.9	13.8	4.9	26.9	.52	4.24	1.94	1.00	.29
Both	Medio	XSmall	.64	.16	28	.37	1.12	20.0	2.7	13.2	6.1	28.0	0.00	1.89	.50	.67	.16
Both	Medio	Small	.87	.22	55	.39	1.46	29.9	3.2	13.0	5.5	27.6	.20	2.82	.77	.86	.21
Both	Medio	Medium	1.13	.26	101	.52	2.08	41.4	3.4	14.2	4.5	26.9	.52	4.11	1.05	1.02	.24
Both	Medio	Large	1.43	.34	64	.53	2.92	52.9	3.2	14.3	4.5	26.2	.92	5.79	1.52	1.15	.27
Both	Medio	XLarge	1.83	.27	14	1.46	2.38	61.6	1.8	13.7	4.2	26.1	.93	8.40	1.34	1.43	.20
High	Both	All	.86	.33	244	.32	2.08	32.0	9.3	11.3	5.4	28.0	0.00	3.24	1.51	.91	.31
High	Both	XSmall	.58	.14	55	.37	1.12	19.4	3.3	11.7	5.5	28.0	0.00	1.82	.44	.65	.14
High	Both	Small	.79	.24	95	.32	1.46	30.0	3.3	10.4	5.4	28.0	0.00	2.82	.86	.85	.24
High	Both	Medium	1.08	.33	83	.44	2.08	40.0	3.2	12.1	5.0	28.0	0.00	4.33	1.34	1.10	.32
High	Both	Large	1.21	.37	10	.53	1.81	50.1	2.9	10.8	6.8	28.0	0.00	5.55	1.42	1.16	.30
High	Both	XLarge	1.67	0.00	1	1.67	1.67	60.0	0.0	8.0	0.0	28.0	0.00	8.46	0.00	1.47	0.00
High	Crani	All	.77	.30	122	.32	1.93	31.4	9.1	9.5	4.7	28.0	0.00	3.10	1.44	.88	.32
High	Crani	XSmall	.52	.10	27	.38	.72	18.7	3.8	10.1	4.3	28.0	0.00	1.75	.38	.63	.12
High	Crani	Small	.73	.23	52	.32	1.32	30.2	3.4	8.6	4.3	28.0	0.00	2.79	.91	.84	.26
High	Crani	Medium	.99	.32	38	.44	1.93	39.8	2.9	10.6	5.1	28.0	0.00	4.29	1.45	1.10	.35
High	Crani	Large	.95	.29	5	.53	1.31	49.8	3.5	6.6	5.1	28.0	0.00	4.69	1.27	.99	.31
High	Crani	XLarge	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
High	Medio	All	.95	.34	122	.37	2.08	32.5	9.5	13.1	5.4	28.0	0.00	3.38	1.57	.93	.31
High	Medio	XSmall	.64	.16	28	.37	1.12	20.0	2.7	13.2	6.1	28.0	0.00	1.89	.50	.67	.16
High	Medio	Small	.86	.23	43	.39	1.46	29.8	3.2	12.7	5.9	28.0	0.00	2.85	.81	.87	.23
High	Medio	Medium	1.15	.31	45	.52	2.08	40.2	3.4	13.3	4.5	28.0	0.00	4.37	1.26	1.10	.30
High	Medio	Large	1.47	.24	5	1.21	1.81	50.4	2.5	15.0	5.7	28.0	0.00	6.41	1.04	1.33	.21
High	Medio	XLarge	1.67	0.00	1	1.67	1.67	60.0	0.0	8.0	0.0	28.0	0.00	8.46	0.00	1.47	0.00
Low	Both	All	1.14	.36	280	.39	2.92	46.1	9.1	12.8	4.9	26.0	.96	4.58	1.82	1.00	.26
Low	Both	XSmall	.39	0.00	1	.39	.39	21.0	0.0	7.0	0.0	26.0	1.00	1.23	0.00	.43	0.00
Low	Both	Small	.78	.21	32	.41	1.32	30.5	3.5	11.6	5.0	26.0	.88	2.59	.71	.79	.19
Low	Both	Medium	.99	.21	120	.64	1.71	41.9	2.9	13.4	4.8	26.0	.95	3.69	.75	.91	.16
Low	Both	Large	1.31	.34	108	.53	2.92	52.9	3.3	12.5	4.9	26.0	1.00	5.57	1.46	1.11	.26
Low	Both	XLarge	1.70	.32	19	1.19	2.38	62.2	2.7	13.0	4.8	26.0	1.00	8.13	1.37	1.37	.21
Low	Crani	All	.98	.28	140	.39	2.44	44.6	9.1	11.1	4.9	26.0	.96	4.18	1.61	.94	.23
Low	Crani	XSmall	.39	0.00	1	.39	.39	21.0	0.0	7.0	0.0	26.0	1.00	1.23	0.00	.43	0.00
Low	Crani	Small	.72	.21	20	.41	1.32	30.7	3.6	10.1	5.3	26.0	.85	2.54	.78	.77	.21
Low	Crani	Medium	.89	.15	64	.64	1.42	41.5	2.8	12.0	4.8	26.0	.95	3.51	.67	.88	.15
Low	Crani	Large	1.17	.27	49	.71	2.44	52.6	3.4	10.5	4.6	26.0	1.00	5.37	1.34	1.07	.24
Low	Crani	XLarge	1.40	.17	6	1.19	1.70	63.2	4.1	10.5	5.8	26.0	1.00	7.54	1.23	1.24	.15
Low	Medio	All	1.29	.37	140	.53	2.92	47.7	8.8	14.5	4.3	26.0	.97	4.99	1.93	1.06	.27
Low	Medio	XSmall	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Low	Medio	Small	.89	.18	12	.66	1.26	30.3	3.6	14.2	3.5	26.0	.92	2.68	.60	.82	.15
Low	Medio	Medium	1.12	.20	56	.81	1.71	42.4	3.1	14.9	4.5	26.0	.95	3.90	.79	.96	.17
Low	Medio	Large	1.42	.35	59	.53	2.92	53.1	3.2	14.2	4.5	26.0	1.00	5.74	1.55	1.13	.27
Low	Medio	XLarge	1.84	.28	13	1.46	2.38	61.8	1.8	14.2	4.0	26.0	1.00	8.40	1.40	1.42	.21

Akureyrartekið 1990 - 1992

View	Size	Mean dose	Std. dose	No. rec.	Min	Max	mm	Std. mm	Force	Std. force	kVp	Dens Corr	Kerma	Std. Kerma	Firm	Std. Firm
Both	All	2.12	.79	2854	.19	5.66	37.7	11.8	11.8	3.8	28.5	-.11	9.42	4.63	2.03	.64
Both	XSmall	1.18	.35	351	.33	2.52	18.9	3.9	11.9	4.0	28.0	-.15	3.96	1.22	1.25	.36
Both	Small	1.74	.47	868	.71	4.00	30.0	3.4	11.9	3.9	28.0	-.12	6.65	1.91	1.77	.46
Both	Medium	2.34	.58	1068	.57	5.17	41.0	3.3	12.1	3.7	28.4	-.09	10.36	2.72	2.26	.52
Both	Large	2.80	.75	458	.19	5.04	52.4	3.2	11.5	3.6	29.3	-.12	14.44	3.93	2.49	.61
Both	XLarge	3.20	.89	109	1.70	5.66	64.6	4.2	9.7	3.9	30.7	-.03	18.75	5.60	2.54	.62
Crani	All	1.82	.61	1370	.19	5.17	35.2	10.7	11.4	3.9	28.4	-.11	8.32	3.65	1.92	.60
Crani	XSmall	1.13	.29	211	.34	2.00	18.7	4.0	11.8	4.0	28.0	-.16	4.01	1.12	1.27	.33
Crani	Small	1.64	.44	475	.71	3.80	30.1	3.4	11.5	3.9	28.1	-.12	6.69	1.93	1.78	.47
Crani	Medium	2.12	.54	520	.57	5.17	40.8	3.3	11.5	3.8	28.5	-.08	10.07	2.85	2.21	.56
Crani	Large	2.30	.53	146	.19	3.51	52.0	3.0	10.7	3.6	29.6	-.11	12.99	3.21	2.27	.52
Crani	XLarge	2.15	.34	18	1.70	2.86	62.2	3.2	6.7	4.8	31.0	0.00	13.61	2.17	1.98	.32
Medio	All	2.40	.83	1484	.33	5.66	40.0	12.3	12.2	3.7	28.5	-.11	10.43	5.17	2.14	.67
Medio	XSmall	1.25	.41	140	.33	2.52	19.3	3.6	12.0	4.2	28.0	-.14	3.88	1.35	1.22	.40
Medio	Small	1.86	.49	393	.85	4.00	29.9	3.4	12.3	3.8	28.0	-.13	6.61	1.89	1.76	.45
Medio	Medium	2.55	.54	548	1.27	4.29	41.1	3.4	12.7	3.4	28.3	-.10	10.63	2.56	2.31	.47
Medio	Large	3.03	.73	312	1.55	5.04	52.6	3.3	11.9	3.6	29.2	-.13	15.12	4.06	2.59	.62
Medio	XLarge	3.40	.81	91	2.04	5.66	65.1	4.2	10.4	3.4	30.6	-.03	19.77	5.51	2.65	.61

Viðauki 6

Um notkun háspennu, svertustýringar og pressubrýstings.

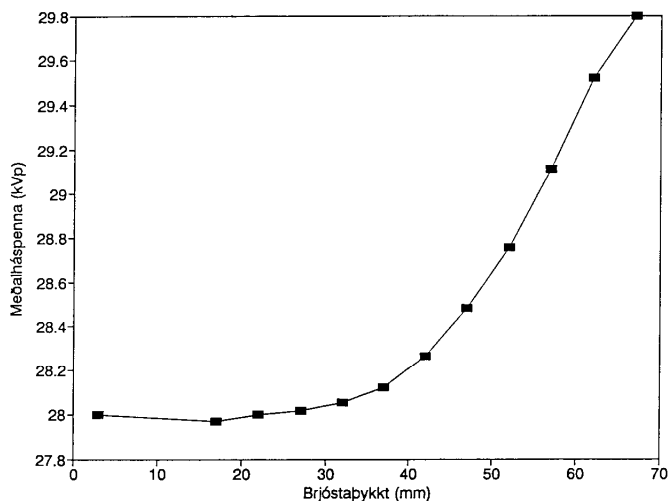
Meðalþykkt brjósta.

Auk þess að nota tölvugögn Krabbameinsfélagsins til að reikna út geislaskammta er hægt að nota þau til að kanna margt annað. Verður dæmum um það lýst hér á eftir.

V6.1 Notkun háspennu (kV) og svertustýringar.

Við hópskoðun er röntgentækið notað í svertustýringarham ("automatic exposure mode"). Geta röntgentæknarnir þá einungis stillt háspennu og leiðrétt með tilliti til mismunandi ástands framköllunar.

Við venjulegt brjóst á að nota 28 kV háspennu. Þegar brjostið er stórt þarf að auka hana til að geislunartíminn verði ekki óeðlilega langur. Vinnubrögð röntgentækna koma greinilega fram á mynd 1, þar sem háspenna er sýnd sem fall af brjóstþykkt.



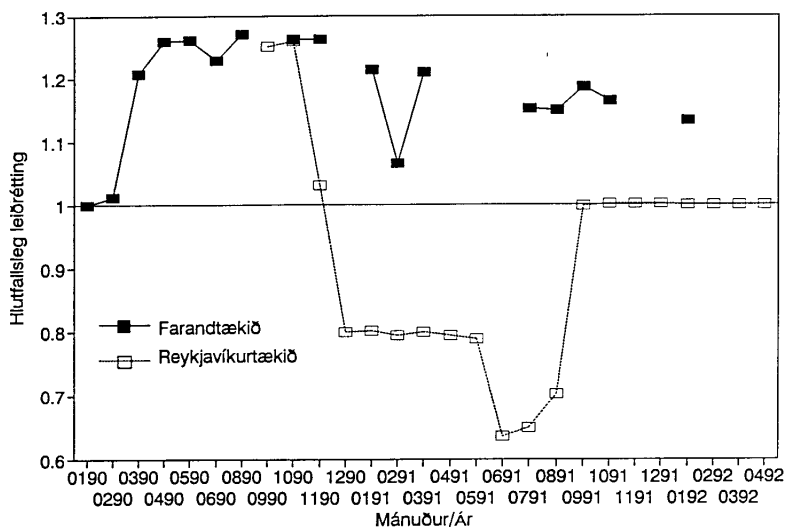
TE

Mynd 1

Samband á milli háspennu og brjóstþykktar. Reykjavíkurtækið, 1990 - 1992.

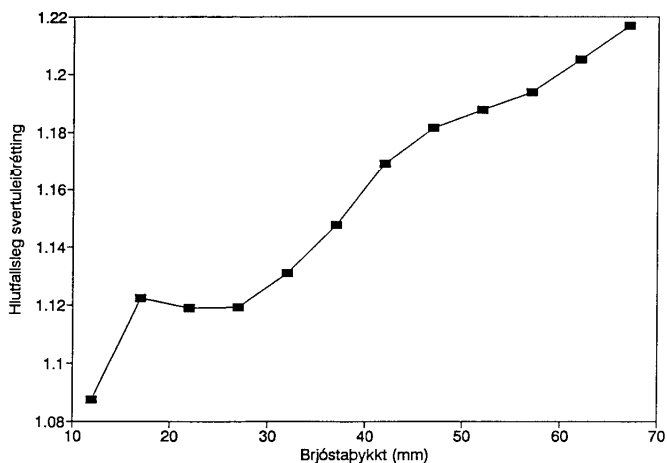
Svertustýringarhamur röntgentækjanna er stilltur með því að gæsla á ákveðna þykkt plexiglers og honum breytt þangað til að ákveðin svarta fæst á filmuna. Þetta er gert þegar framköllunin er í lagi. Framköllunin er ekki alveg stöðug og hún er þess vegna mæld á hverjum degi. Hægt er að leiðrétta svertustýringu tækjanna með tilliti til næmni framköllunarinnar. Leiðréttingin er framkvæmd í þrepum frá -3 til +3 þar sem hvert þrep samsvarar u.þ.b. 26 % (eða hlutfallsleg $2^{(\text{svartuleiðrétting})/3}$) breytingu á geislunartíma og svertu. Þegar framköllunin er eðlileg á svertuleiðréttingin að vera stillt á 0, þ.e. engin leiðrétting.

Á mynd 2 er sýnd meðalsvertuleiðrétting í hverjum mánuði fyrir Reykjavík- og farandtækið frá janúar 1990 til mars 1992. Eins og sjá má er val á leiðréttingu fyrir þessi tvö tæki ekki eins, þrátt fyrir að notuð sé sama framköllunarvél. Ástæðan fyrir þessu er að kontrast mynda tekinnna með palladíumforsú er lægri en kontrast mynda tekinnna með molybdensú. Til að vinna gegn kontrastminkuninni er meðalsverta myndanna aukin með því að nota svertuleiðréttinguna. Palladíumforsía er aðallega notuð við stór brjóst og passar það við mynd 3 þar sem hlutfallsleg svertuleiðrétting er sýnd sem fall af brjóstabykkt.



Mynd 2

Notkun svertuleiðréttingar fyrir Reykjavík- og farandröntgentæki.

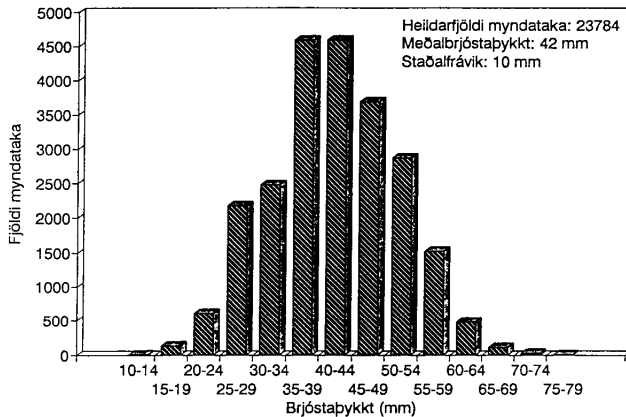


Mynd 3

Brjóstabykkt og svertuleiðrétting. Farandröntgentækið 1990 - 1992.

V6.2 Meðalþykkt brjósta.

Dreifing á þykkt brjósta í Reykjavíkurtæki er sýnd á mynd 4. Meðaltalið er 42 mm og samsvarar það um 47 mm af plexigleri fyrir tæki með molybdenanóðu og -forsúu og við 28 kV háspennu.

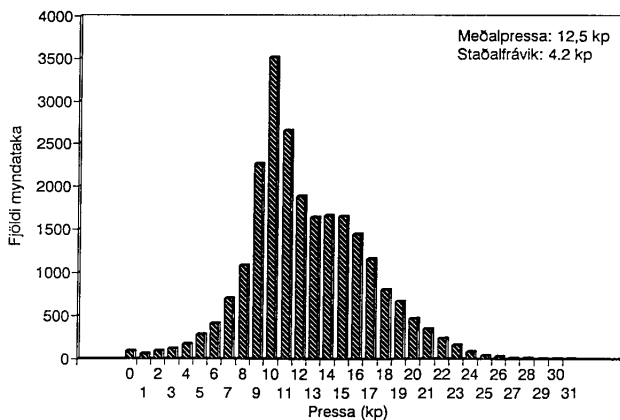


Mynd 4

Meðalþykkt brjósta. Reykjavíkurtækið, 1990 - 1992.

V6.3 Notkun pressuþrýstings.

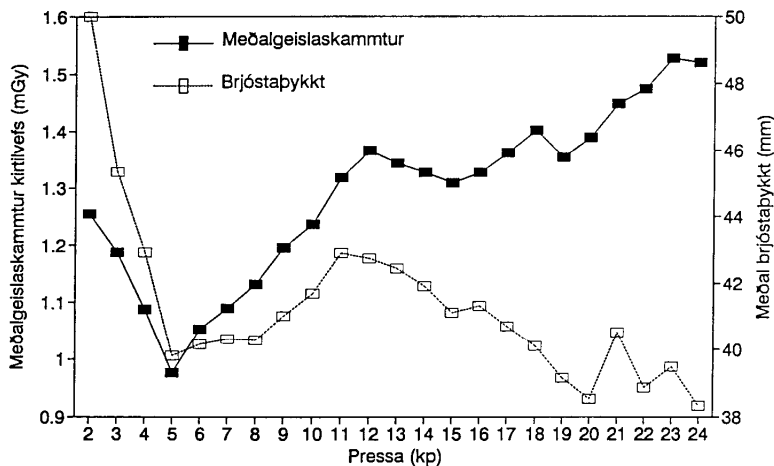
Dreifing pressuþrýstings fyrir Reykjavíkurtækið er sýnd á mynd 5. Röntgentæknar leitarstöðvarinnar eru beðnir um að halda minnstu pressu á bilinu 10-12 kp sem passar við meðaltalið 13 kp.



Mynd 5

Dreifing pressuþrýstings. Reykjavíkurtækið, 1990 - 1992.

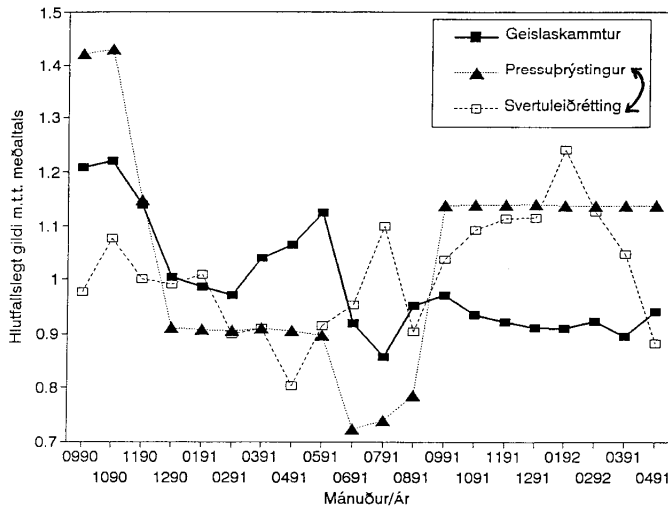
Aukinn pressuþrýstingur á að leiða af sér lækkun á geislaskammti vegna þess að vegalengd geislunar í gegnum brjóstið styttest og við það minnka líkurnar á víxlverkun við vefi brjóstisins. Eins og sjá má á mynd 6 passar þetta fyrir pressuþrýsting minni en 5 kp. Fyrir ofan 5 kp er sambandið á milli pressuþrýstings, brjóstabykktar og geislaskammts hins vegar ekki eins einfalt. Þrátt fyrir að pressuþrýstingurinn aukist þá eykst samtímis brjóstabykkt og um leið geislaskammtur. Stafar þetta af því að stór brjóst eru pressuð meira en lítil brjóst og er þetta hluti af vinnubrögðum röntgentæknanna. Sama er að segja um einkennilegt form kúrfurnar fyrir ofan 16 kp. Hér hækkar geislaskammturinn þrátt fyrir að brjóstabykktin minnki. Sennilega stafar þetta af því að þétt brjóst (hátt hlutfall kirtilvefs) eru að staðaldri pressuð meira en brjóst með lægra kirtilvefshlutfalli.



Mynd 6

Brjóstabykkt og geislaskammtur við mismunandi pressuþrýsting, Reykjavíkurtækið, 1990 -1992.

Reynt hefur verið að kanna hvort fylgni sé á milli geislaskammts annars vegna og svertuleiðréttingar og pressuþrýstings hins vegar með því að athuga breytingar á þessum þáttum sem fall af tíma. Á mynd 7, hafa ferlar sem sýna hlutfallið á milli meðaltals hvers mánaðar og meðaltals alls tímabilsins fyrir ofangreindar breytur verið dregnir. Greinilegt er að fylgni er að minnsta kosti á milli svertuleiðréttingar og geislaskammts, en sambandið er aðeins óljósara hvað pressuþrýsting varðar.

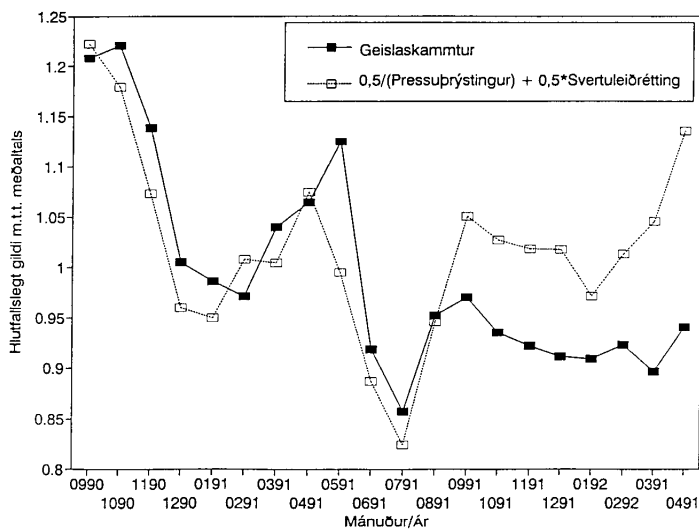


Mynd 7 Hlutfallslegur geislaskammtur, svertuleiðrétting og pressubrýstingur fyrir Reykjavíkurtækið, september 1990 - apríl 1992.

Til að athuga hvernig báðar breyturnar hafa sameiginlega áhrif á geislaskammtinn er ferill miðaður við efirfarandi framsetningu dreginn í mynd 8:

$$\frac{(\text{Hlutfallsleg svertuleiðrétting}) + \frac{1}{(\text{Hlutfallslegur pressubrýstingur})}}{2}$$

Eins og sjá má á myndinni passar samverkandi áhrif frá þessum tveimur þáttum nokkurn veginn við breytingar á geislaskammtinum. Haustið 1991 var skipt í aðra filmutegund, sem sýnir hærri næmni og grunnsvertu, sem þýddi að breyta þurfti stillingu svertustýringarinnar. Og getur þessi aðgerð skýrt þá hliðrun sem verður á ferlinum í september 1991.



Mynd 8 Hlutfallslegur geislaskammtur og sameiginleg áhrif pressubrýsings og svertuleiðréttingar.

Viðauki 7

**Grein samþykkt til birtingar í
Radiation Protection Dosimetry.**

A Dose Index for Optimization in a Mammography Screening Program.

Walderhaug T.P.¹, Einarsson G.¹, Kristinsson S.², Magnússon S.M.¹ and Sigfússon B.F.²

¹ National Institute of Radiation Protection, Laugavegi 118d, 150 Reykjavík, Iceland.

² Icelandic Cancer Society, Skógarhlíð 8, 101 Reykjavík, Iceland.

Abstract - An optimization procedure which uses the mean absorbed dose to glandular tissue in the breast to assess the imaging system sensitivity is presented. With computer connection to the x-ray unit, the dose is automatically calculated for every exposure. A software program which analyzes periods with deviation from normal sensitivity is described.

INTRODUCTION

Modern mammography screening involves one of the most standardized examinations in diagnostic radiology. Use of specialized x-ray units with automatic exposure control implies a good control of the variables affecting the image quality and patient absorbed dose. This, together with high throughput in a centralized screening environment, makes it possible to use parameters from actual exposures of patients to have a day to day control of the radiographic performance. This optimization procedure has been actualized with the introduction of x-ray units with computer interface, facilitating automatic acquisition of parameters of interest.

In order to ease the assessment of the imaging system performance over a period of time, a dose index has been defined to reflect the sensitivity of the system. Significant deviation from unity in the dose index should lead to thorough analysis of exposure parameters, processor sensitivity and the radiographers' working habits.

METHOD

The dose index is based on the mean absorbed dose to glandular tissue in the breast. The absorbed dose is calculated according to standard methods by conversion of the exposure free in air at breast entrance to glandular tissue dose^(1,2,3). A standard glandular tissue content of 50% by weight is used in the dose assessment. The exposure at breast entrance is found by adjusting a known exposure at a reference

point to the breast thickness. The conversion factor for calculating glandular tissue dose from exposure is determined by linear interpolation in tables⁽³⁾, where tube potential, filter and target material, half value layer, breast thickness and radiographic view have to be known.

The dose calculation is performed automatically and no measuring devices are used. One part of the information needed is in the computer (conversion factors for tissue doses, half value layers for different tube potentials and the exposure rate at the reference point as a function of current time product and tube potential) and the other part is transferred to the computer from the x-ray unit for every exposure (tube potential, filter material, current time product and radiographic view).

The dose index is the mean of the doses for a specific time period, normalized to the mean for one previous year of screening, and differences in breast thicknesses are taken into account. It is expected to reflect the imaging system's sensitivity fairly well. Plots of dose indices from several contiguous intervals will reveal trends in the system performance.

In automatic exposure control mode, the variables that affect the dose index are relatively few. Most important are the density of the breast, the tube potential, the compression force on the breast, the performance of the automatic exposure control and the film processing performance. Differences in processor sensitivity are reflected in the exposure data through the radiographers' use of the x-ray units density correction. Only the breast density is unknown, and unfortunately it is a variable that affects the dose considerably. It is, however, a random variable and should affect the dose index only to a minor extent when a great number of exposures are considered. The other variables do exhibit more systematic trends since they are dependent on the radiographers' working procedures and an analysis of them may give valuable information about system performance. A PC based software program for systematic analysis of the data acquired from the x-ray unit and the calculated dose index has been developed. The program displays graphically the dose index as a function of time. Reports for specific time intervals where each exposure parameter is compared to its mean value for the previous year can be generated.

RESULTS AND DISCUSSION.

In the nationwide breastcancer screening program, undertaken by the Icelandic Cancer Society, automatic data collection from the x-ray units has been in use for five years. At the end of each working day the data is printed out together with the patients ID number. This means that films and data can be matched. This has already proven to be an effective quality improvement tool. It is expected that adding a dose based index will heighten the awareness level of all involved and thereby improve quality and minimize fluctuations.

Figure 1 and 2 show examples of plots of dose indices for a whole year. The time interval chosen is one day and only days with more than 50 exposures are considered. Figure 1 shows the response of the index to a modification of an x-ray unit, i. e. change from a stationary to an oscillating scattering grid. In figure 2 a year without drastic changes in imaging system is presented. In order to facilitate the detection of periods which are outside the range of normal random fluctuations, three standard deviations from the mean of points with 50 measurements are also plotted.

The most frequent direct reason for periods of the dose index being outside the range of three standard deviations is the use of the density correction by the radiographers. In the Icelandic mammography screening program the processing is centralized and it is monitored extensively to secure optimal performance. In figure 2, however, three distinct periods with different dose indices can be seen, which arise mainly from different settings of the density correction. This may reflect differences in the processing performance, but another possibility is that the density correction has been used incorrectly. A modification of the software to record information from processor sensitometry and the density of the exposed film is under consideration.

The influence of the compression force on the dose was believed to be quite straight forward, since theoretical considerations imply that an increased pressure should reduce the dose. This does however not manifests itself in the data. There is a poor correlation between the force and the dose. The most obvious explanation is that the effect submerges in random fluctuations of the data, but it can also be explained by a possible tendency of the radiographers to compress dense breasts more vigorously, so an increased pressure may mean denser breast and thereby an increased dose, i.e. quite opposite of what is expected. An example of this is showed in figure 3 where both the dose index and force normalized to the mean for a whole year are plotted. Information on the fat content of the breasts is available in the Cancer Society database, and could probably be used to estimate breast density and thereby give a clue of the reason for this trend.

REFERENCES

1. Rosenstein, M., Anderson, L.W. and Warner, G.G. *Handbook of Glandular Tissue Doses in Mammography*. HHS Publication FDA 85-8239 (US Dept of Health and Human Services, Rockville, Maryland) (1985).
2. NCRP. *Mammography - A User's Guide*, NCRP Report No. 85 (National Council of Radiation Protection and Measurement, Bethesda, Md, USA) (1986).
3. Servomaa, A. and Tapiovaara, M. *Glandular Tissue Dose in Film-Screen Mammography*. Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety. Preliminary Report (1990).

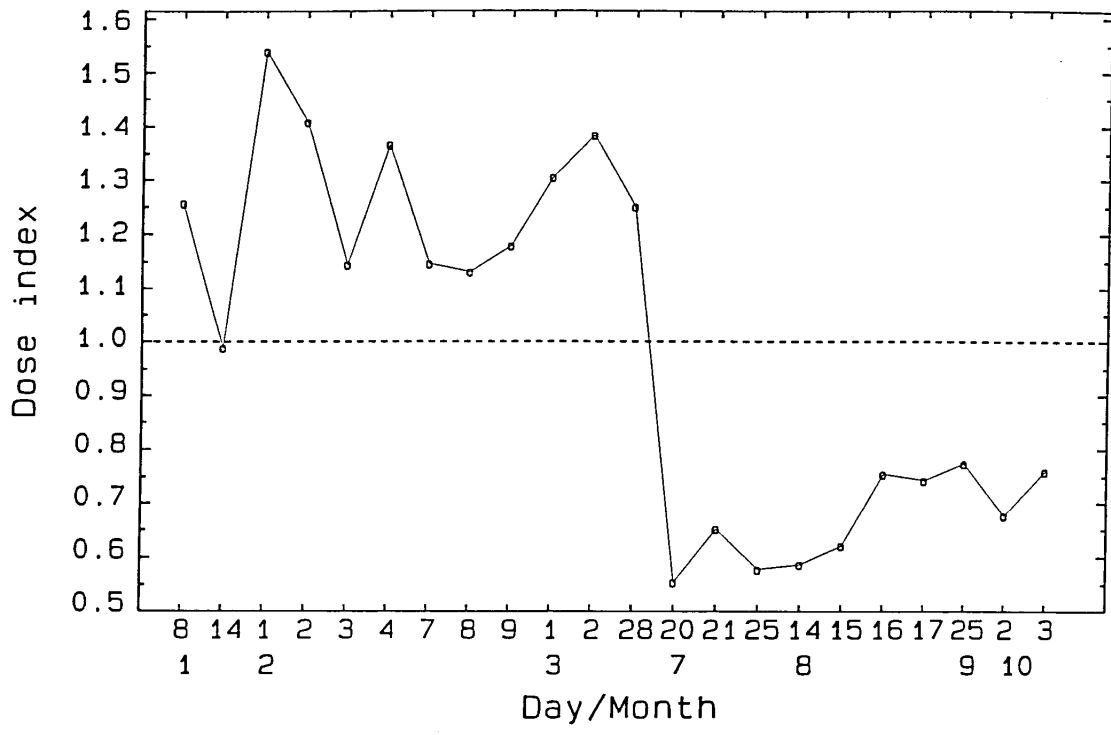


Figure 1. The response of the dose index to a modification of an x-ray unit.
Change from a stationary to an oscillating scattering grid.

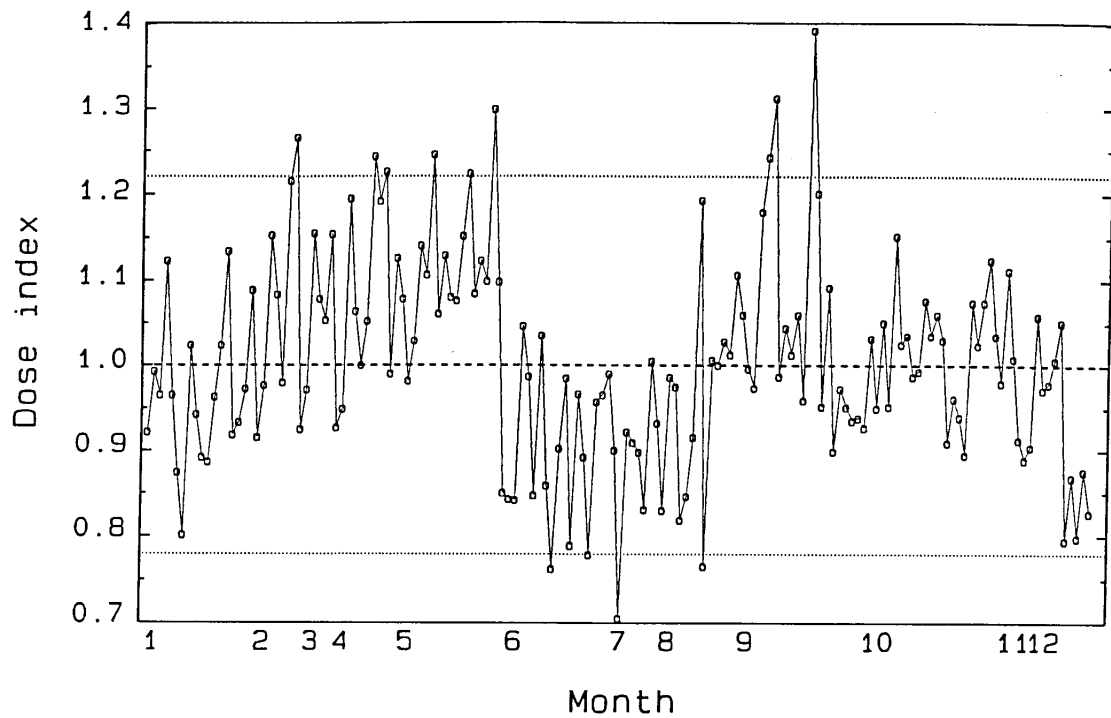


Figure 2. The development of the dose index for an x-ray unit in one year, showing the response to differences in the units density correction.

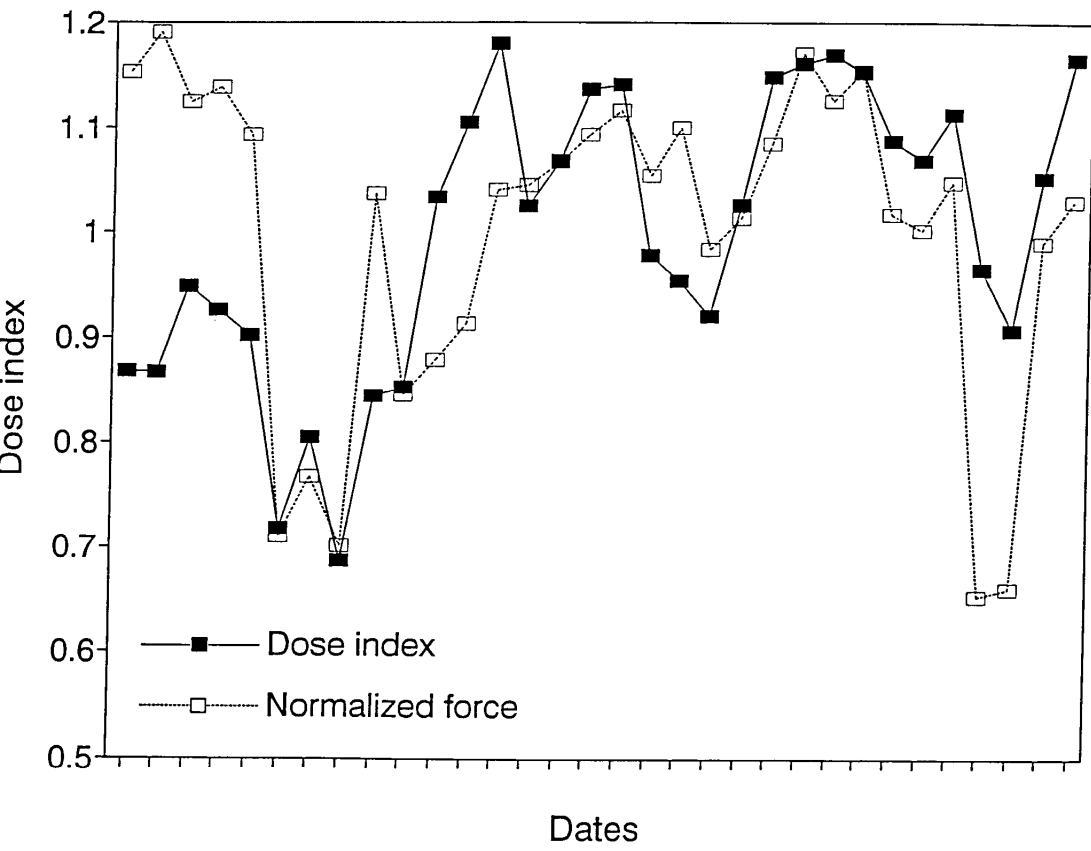


Figure 3. The compression force normalized to the mean for a year, and the dose index, for one unit.