

# Riktlinjer för volymer och teknik vid strålbehandling av bröstcancer

---

Version 4

Dokumentet reviderades av styrgruppen för SBRG:

Ulla Blom Goldman, Onkolog, Stockholm  
Maria Hällje, Dosplanerare, Göteborg  
Dan Lundstedt, Onkolog, Göteborg  
Mahnaz Haghanegi, Dosplanerare, Lund  
Annika Sartz, Sjukhusfysiker, Örebro  
Karin Uttman, Sjukhusfysiker, Karlstad

2017-06-22

## Appendix:

1. a) Beskrivning av PTV (pdf)  
b) Targetmall PTV bröst (pdf)  
c) Targetmall PTV bröst och regionala lymfkörtlar (pdf)  
d) Targetmall PTV bröstorgsvägg och regionala lymfkörtlar (pdf)
2. Struktur- och isodosfärger
3. Rekommendationer vid andningsanpassad strålbehandling
4. EQD<sub>2</sub> vid hypofraktionerad bröstbehandling

## Innehåll

<b>1. Syfte</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Inledning</b> .....	<b>2</b>
2.1 Allmänna överväganden .....	2
<b>3. Target och Riskorgan</b> .....	<b>3</b>
3.1 Definition av target .....	3
3.2 Definition av riskorgan .....	6
<b>4. Förberedelser och generella förutsättningar</b> .....	<b>6</b>
4.1 Uppläggnig .....	6
4.2 Datortomografi .....	7
4.4 Dosering .....	7
4.5 Verifikation.....	8
<b>5. Begreppsförklaringar</b> .....	<b>8</b>
5.1 Dos- volymbegrepp .....	8
5.2 MHD och MLD .....	9
5.3 Begreppet EQD2 .....	9
<b>6. Strålbehandling mot bröst</b> .....	<b>10</b>
6.1 Fraktionering .....	10
6.2 Teknik.....	10
<b>7. Strålbehandling mot bröst eller bröstkorgsvägg och regionala lymfkörtlar</b> .....	<b>14</b>
7.1 Fraktionering .....	14
7.2 Teknik.....	14
<b>8. Referenser</b> .....	<b>18</b>

## 1. Syfte

Svenska bröststradioterapigruppen (SBRG) arbetar för en ökad kvalitet vid strålbehandling av bröstcancer genom att skapa gemensam standard och utveckling av riktlinjer för volymer och tekniker.

## 2. Inledning

Primärt är riktlinjerna utarbetade för konventionell fotonradioterapi (3DCRT) och de omfattar följande:

- Strålbehandling efter bröstbevarande kirurgi
- Lokoregional strålbehandling efter bröstbevarande kirurgi
- Lokoregional strålbehandling efter ablatio.

Riktlinjerna är ett komplement till det nationella vårdprogrammet och för mer information vid nedanstående frågeställningar hänvisas dit [1].

- Inklusion av lokoregionala körtlar
- Inklusion av parasternala körtlar (IMN)
- Partiell bröstbehandling (PBI)
- Fraktioneringsscheman och slutdoser
- Boostdos mot operationsområdet
- Ledtider för strålbehandling

### 2.1 Allmänna överväganden

- Asymptomatiska serom i bröst eller thoraxvägg är inget hinder för radioterapi.
- Bröstprotes är inte hinder för radioterapi, men kan på sikt innebära ökad risk för skumpning eller fibrosbildning [18].  
Expanderprotes med påfyllnadsdosa i metall ska undvikas i strålfälten.
- Samma doskriterier skall användas oavsett val av dosberäkningsalgoritm (ex. pencil beam, collapsed cone, AAA).
- Andningsgating kan användas för att reducera dosen till riskorgan. Riktlinjer för andningsanpassad strålbehandling finns i Appendix 3.

- Möjlighet att ge samtidig bilateral behandling får bedömas på individuell nivå med hänsyn till lung- och hjärtdos, eventuell comorbiditet samt allmäntillstånd.
- Protonstrålbehandling kan övervägas vid speciella kliniska fall; t.ex. rebestrålning, skoliosis, pectus excavatum, kärl\hjärt-sjukdom, bilaterala bröstproteser och IMN radioterapi utan möjlighet för gating-behandling (inkluderas i studieprotokoll om möjligt). Behandlingen ges med samma fraktioneringsmönster och slutdos (biologisk dos) som konventionell strålbehandling. Patienten remitteras till närmaste universitetsklinik för jämförande dosplanering. Dosplanen diskuteras och accepteras för protonbehandling på nationell videokonferens.

### 3. Target och Riskorgan

I Appendix 2 finns information om färgsättningen som används för strukturer (target och riskorgan) i exempelbilder.

#### 3.1 Definition av target

Benämning av target följer nationell standard för nomenklatur inom strålterapi [2]. xx i tabellen motsvarar ordinerad dos i Gy.

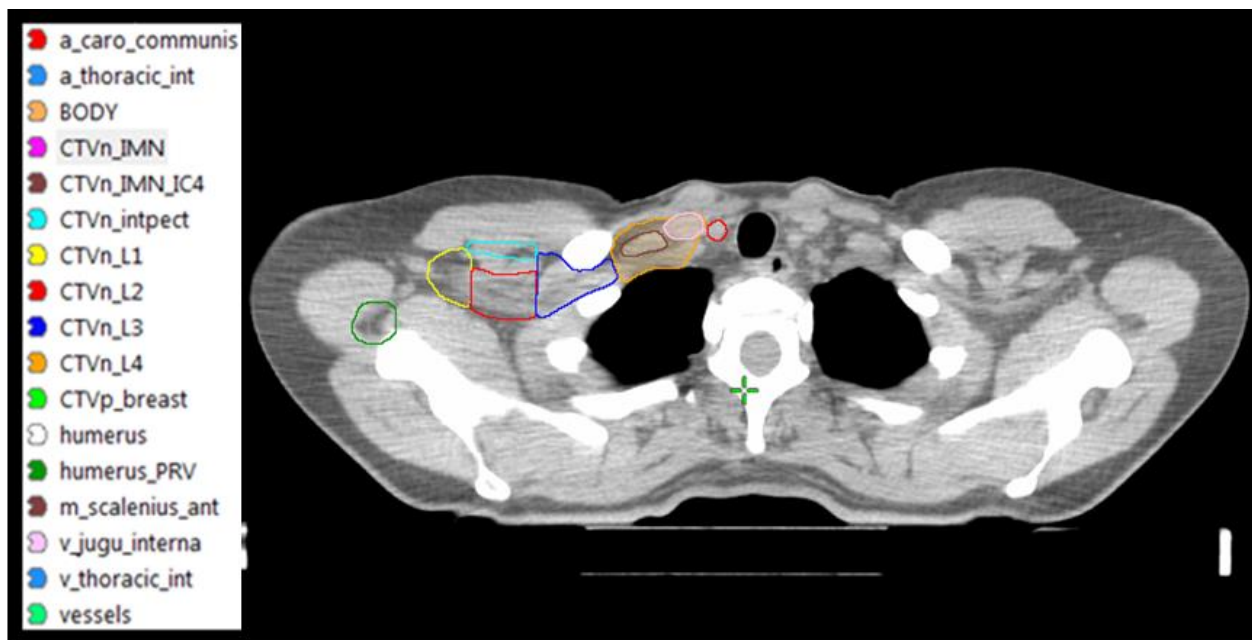
GTV <sub>xx</sub>	Gross Tumor Volume Röntgenologiskt eller med annan metod verifierad kvarvarande tumörvolym. Endast då bristande radikalitet föreligger.
CTV <sub>xx</sub>	Clinical Target Volume Den vävnadsvolym man avser att behandla. Eventuellt uppdelat i bröst (CTV <sub>xx</sub> ) och körtlar (CTVN <sub>xx</sub> ).
PTV <sub>xx</sub>	Planning Target Volume CTV med lämplig marginal för patientrörelser, teknik och variation i inställningen av behandlingen för att garantera att CTV ligger inom behandlat område.
CTVT <sub>xx</sub>	Obligatoriskt att rita. Området där tumören suttit med lämplig marginal, gäller för både bröstbevarande kirurgi och för ablatio mammae.
PTVT <sub>xx</sub>	Boostvolym: - Kan ligga i bröstet/bröstkorgsväggen och överensstämmer då med CTVT med marginal. Kan också ligga i axill eller fossa supraclavikulare och volymen får då individualiseras.

Nationellt finns två alternativ för att definiera target.

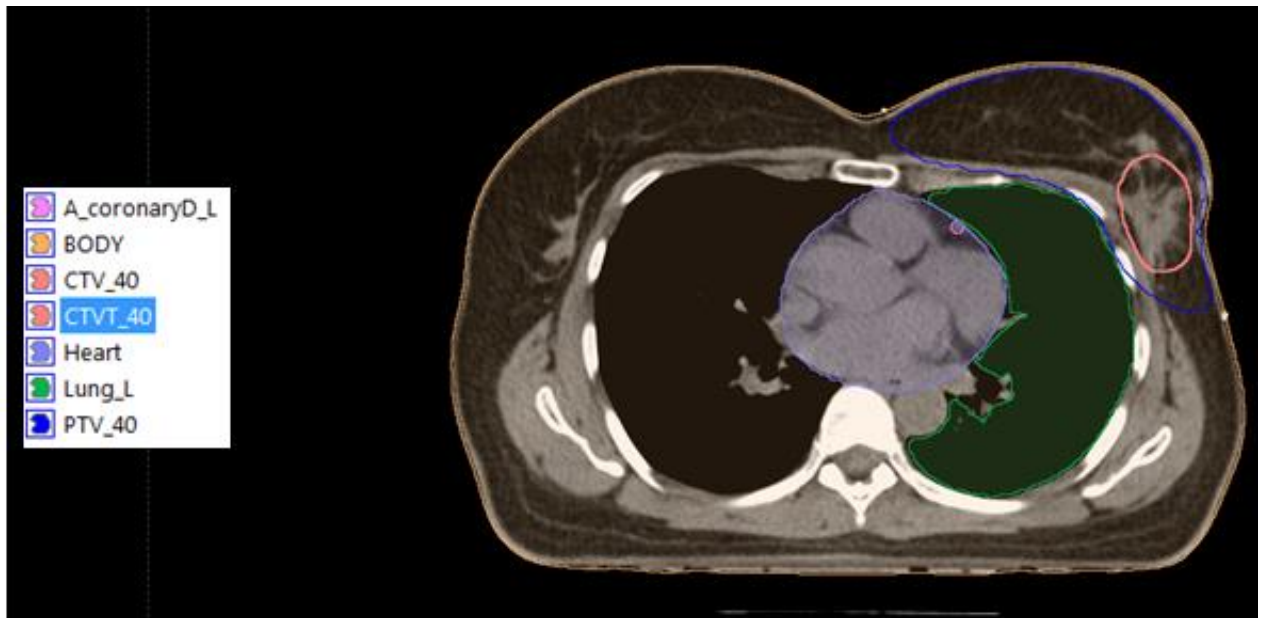
- ESTRO consensus guideline [3]
- PTV-mallar och beskrivning enligt Appendix 1



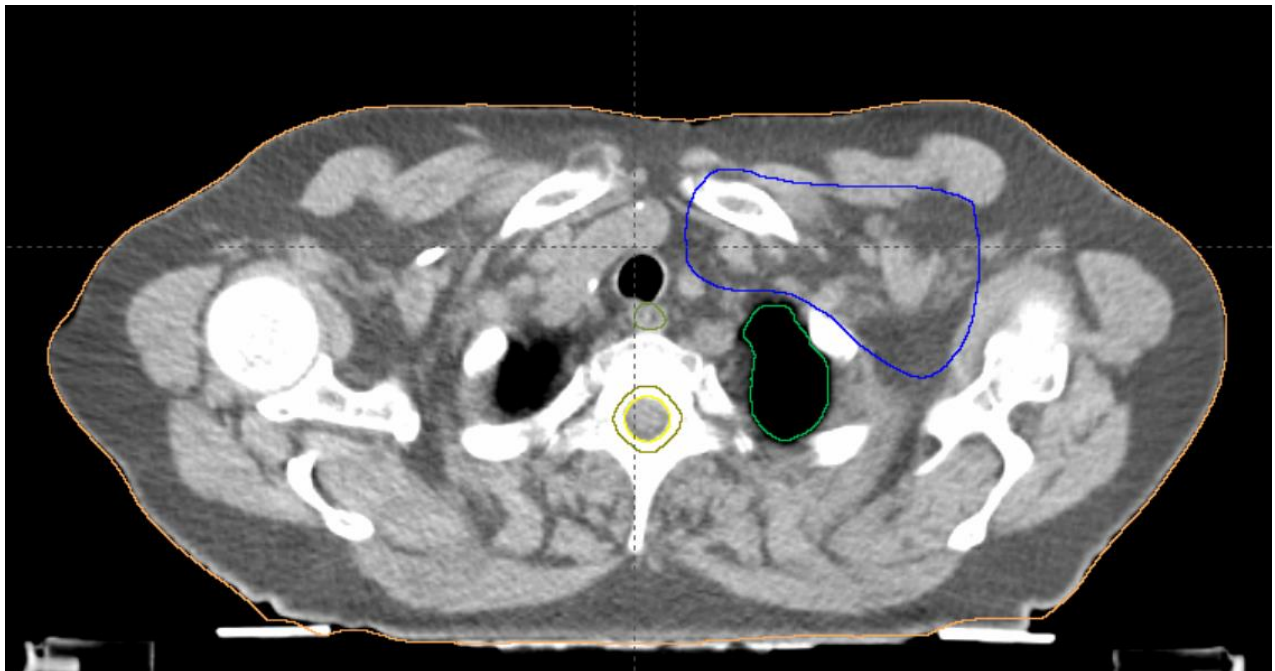
**Figur 1** CTVp\_breast enligt *ESTRO consensus guideline* [3]. Targetvolymen innehåller all bröstkörtelvävnad. Gränsen för bröstvävnaden är oftast inte tydlig, så det är en rekommendation att palpera och markera bröstet med en röntgentät tråd innan CT.



**Figur 2** CTVn\_x enligt *ESTRO consensus guideline* [3]. Inritningen av lymfkörtelvolymerna underlättas genom att vissa landmärken i form av vener och artärer definieras.



**Figur 3** Exempel med CTVT och PTV inritat enligt targetmallen i Appendix 1.



**Figur 4** Exempel med PTV (lymfkörteltarget) inritat enligt targetmallen i Appendix 1.

### **3.2 Definition av riskorgan**

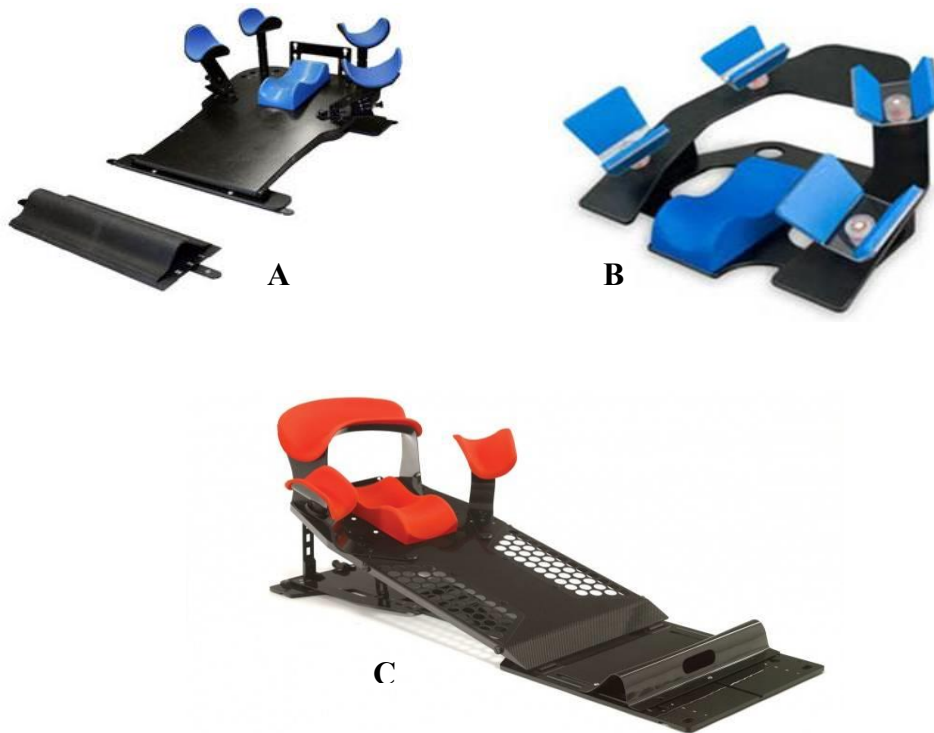
Benämning av riskorgan följer nationell standard för nomenklatur inom strålterapi [2].

Heart	Hjärtat definieras som hjärtats ytterkontur, inklusive de stora kärlen, upp till och med aorta ascendens början där kranskärlsavgångarna finns [5-8] (Inte obligatoriskt vid högersidig behandling förutom vid IMN-RT).
A_CoronaryD_L	Vänstra främre kranskärl [9] ritas om möjligt fr.o.m. avgång från aorta och distalt så långt kärlet kan anas, oftast till mitten av hjärtat. Diameter ca 6 mm vilket inkluderar viss marginal rekommenderas p.g.a. osäkerhet i inritning och för bättre dosberäkning. (ritas för datainsamling och framtida forskning, ej obligatoriskt vid högersidig behandling).
Lung_L alt.	Lungvolymen definieras som hela samsidiga lungan, ej hilusstrukturer [5, 10,
Lung_R	11].
SpinalCord	Medulla spinalis
Breast_L alt.	
Breast_R	Kontralaterala bröstet (inte obligatoriskt att rita).
Esophagus	Rekommenderas vid lokoregionala behandlingar

## **4. Förberedelser och generella förutsättningar**

### **4.1 Uppläggning**

Ryggläge med uppläggning i individuell vakuumform, bröstbräda eller på individuellt anpassad uppläggningsplatta. Båda armarna placeras ovan huvudet. Sträva efter att bröstkorgen får ett bra och reproducerbart behandlingsläge med avseende på patientens anatomi och fysiska förutsättningar. Vid större bröst kan, om möjligt, en vinkling av bröstbrädan motverka att bröstet faller uppåt. En ökad vinkling kan påverka dosen till lungan vilket ska tas med i övervägandet av vinkel.



**Figur 5** Exempel på olika bröstbrädor.

**A: Breast-Step** (*Medical Intelligence*) **B: Wing-Step** (*Medical Intelligence*) **C: Posiboard-2** (*Civco*).

#### **4.2 Datortomografi**

CT-undersökning med snittavstånd max 3 mm. Hela lungvolymen ska inkluderas för korrekt beräkning av dos-volym histogram. Bröstet palperas och markeras med röntgentät tråd vid CT-undersökningen. Även ärret efter sektorresektion/mastektomi markeras. Vid mastektomi palperas och markeras området där bröstet suttit.

#### **4.3 Bolus**

Vid mastektomiärr används bolus på forna bröstområdet med 3 cm marginal i alla riktningar. Bolus placeras inte på andra ärr utan speciella skäl.

#### **4.4 Dosering**

Absorberad dos specificeras i en representativ punkt mitt i volymen, alternativt som medeldos eller mediandos i PTV<sub>xx</sub> respektive PTVT<sub>xx</sub>.

I Appendix 2 finns information om färgsättningen som används för isodoser i exempelbilder.



## 4.5 Verifikation

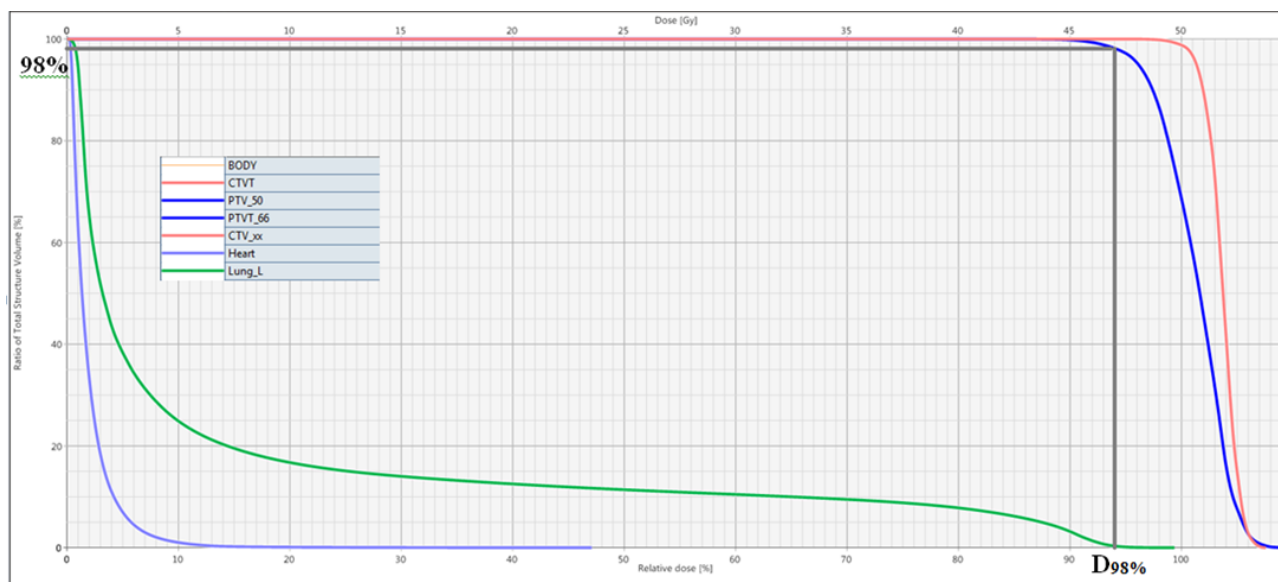
Kontrollbilder av positionering och fältverifikation för att säkerställa täckning av bröstet tas enligt lokal rutin, dagligen eller enligt särskilt protokoll. Kontroll av positionering kan med fördel kombineras med ett verifierat ytskanningssystem. Det kan också vara en möjlighet att använda operationsclipsen vid boost-matchning.

Toleransen för positionsavvikelser beror till stor del på lokala rutiner, men den bör inte överstiga 5 mm. Dosimetrisk verifikation utförs i enlighet med klinikens gängse rutiner.

## 5. Begreppsförklaringar

### 5.1 Dos- volymbegrepp

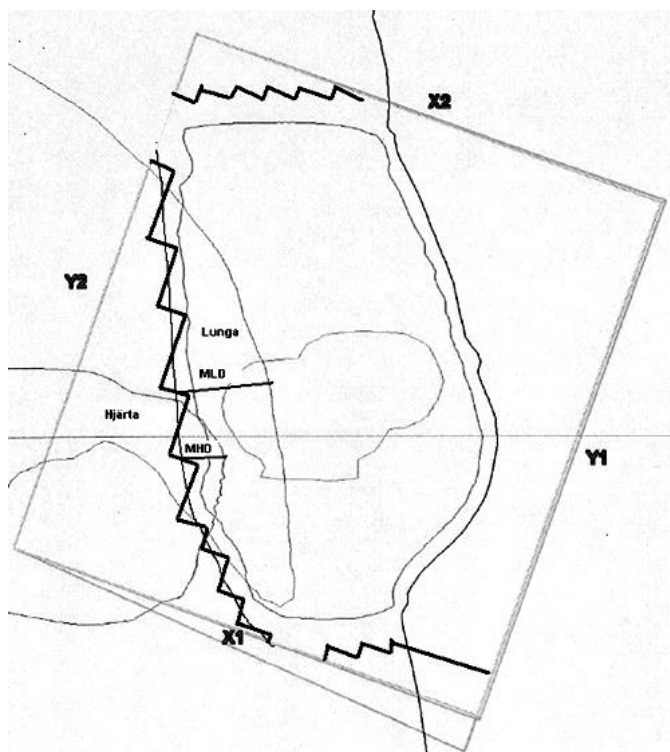
$V_{95\%}$	Den andel av volymen (%) som erhåller en dos $\geq 95\%$ .
$V_{93\%}$	Den andel av volymen (%) som erhåller en dos $\geq 93\%$ .
$V_{105\%}$	Den andel av volymen (%) som erhåller en dos $\geq 105\%$ .
$V_{40\%}$	Den andel av volymen (%) som erhåller en dos $\geq 40\%$ .
$D_{medel}$	Medeldos i volymen (%).
$D_{98\%}$	”Near-minimum dose”, där 98% av volymen erhåller en dos $\geq D_{98\%}$



**Figur 6** Exempel på dos-volym histogram. Dostäckningen för CTVT och PTV\_50 visas.  $D_{98\%}$  är markerat.

## 5.2 MHD och MLD

- MHD Maximum Heart Distance, dvs maximala avståndet mellan hjärtats ytterkontur och fältgräns då fältet går in i hjärtat [5].
- MLD Maximum Lung Distance , dvs maximala avståndet mellan lungans ytterkontur och fältgräns då fältet går in i lungan [5].



**Figur 7** Beskrivning av MHD respektive MLD vid tangentiella fält. Om MLC används så uppskattas MHD respektive MLD genom att dra en tänkt linje mellan MLC-bladen.

## 5.3 Begreppet EQD<sub>2</sub>

För att jämföra effekten av behandlingar med olika fraktioneringsmönster kan ekvivalent dos i 2 Gy/fraktion, EQD<sub>2</sub>, beräknas enligt följande formel baserad på LQ-modellen.

$$EQD_2 = D \frac{d + (\alpha/\beta)}{2 + (\alpha/\beta)}$$

$D$  motsvarar total dos,  $d$  fraktionsdos och  $\alpha/\beta$  väljs för den effekt och vävnad man är intresserad av [4].

## **6. Strålbehandling mot bröst**

### **6.1 Fraktionering**

#### **Primär behandling**

- Standardfraktionering 50 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar/vecka till PTV<sub>50</sub>
- Hypofraktionering enligt Whelan [12]  
42.56 Gy, 2.66 Gy/dag, 5 dagar/vecka till PTV<sub>42.6</sub>
- Hypofraktionering enligt START B [13]  
40.05 Gy, 2.67 Gy/dag, 5 dagar/vecka till PTV<sub>40</sub>

Den radiobiologiska effekten av dessa olika fraktioneringar illustreras i Appendix 4.

#### **Boostbehandling**

- Ytterligare 16 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar/vecka till boostvolymen PTVT<sub>xx</sub>.  
Icke radikalitet samt ung ålder.
- Ytterligare 10 Gy, 2Gy/dag, 5 dagar/vecka mot boostvolymen PTVT<sub>xx</sub> [13]

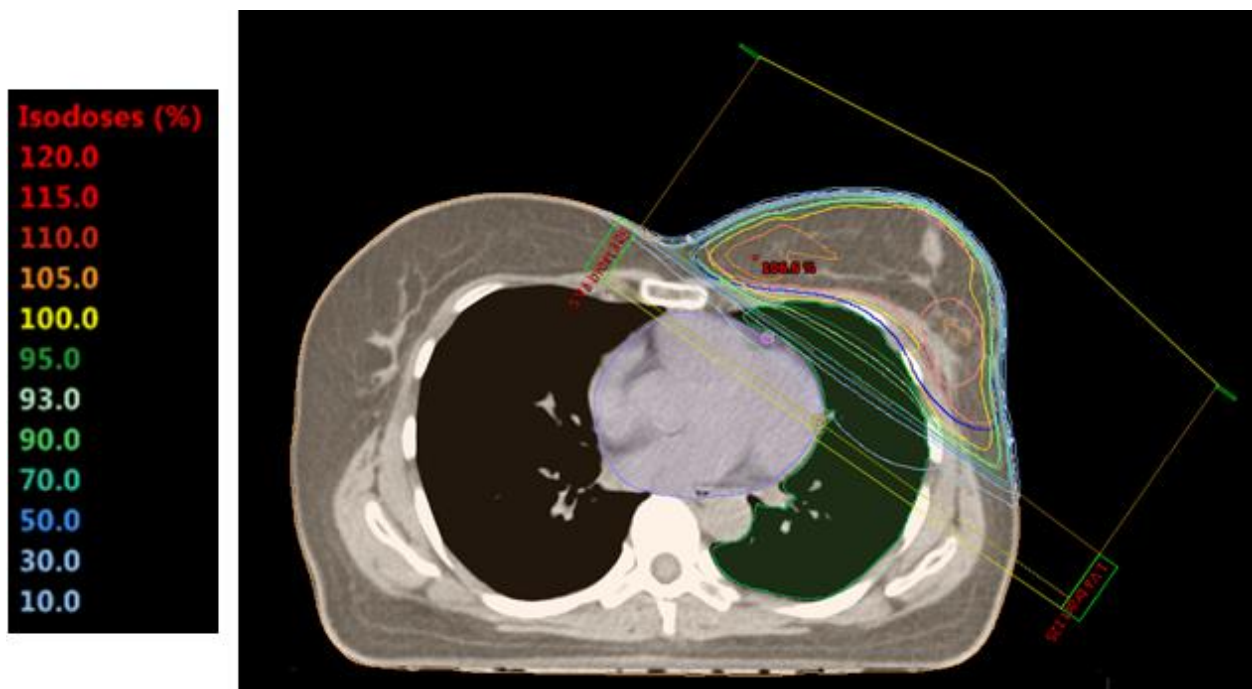
Se nationellt vårdprogram [1]

För simultant integrerad boost (SIB) hänvisas exempelvis till danska Skagen Trial.

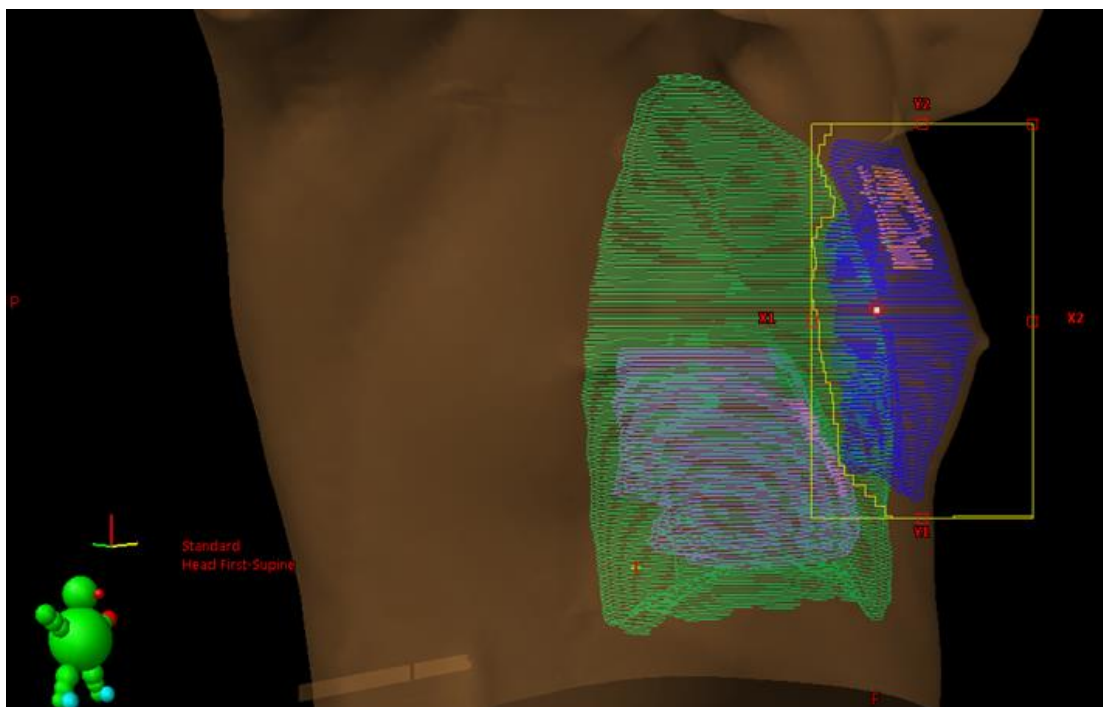
### **6.2 Teknik**

#### **Primär behandling**

Behandlingen ges med två tangentiella, isocentriskt ställda strålfält, oftast 6 MV samt eventuella tilläggsfält. Strålfälten anpassas till PTV och riskorgan med lämpligt val av gantryvinkel, kollimatorvinkel och avskärmning, se exempel i figur 8 och 9.



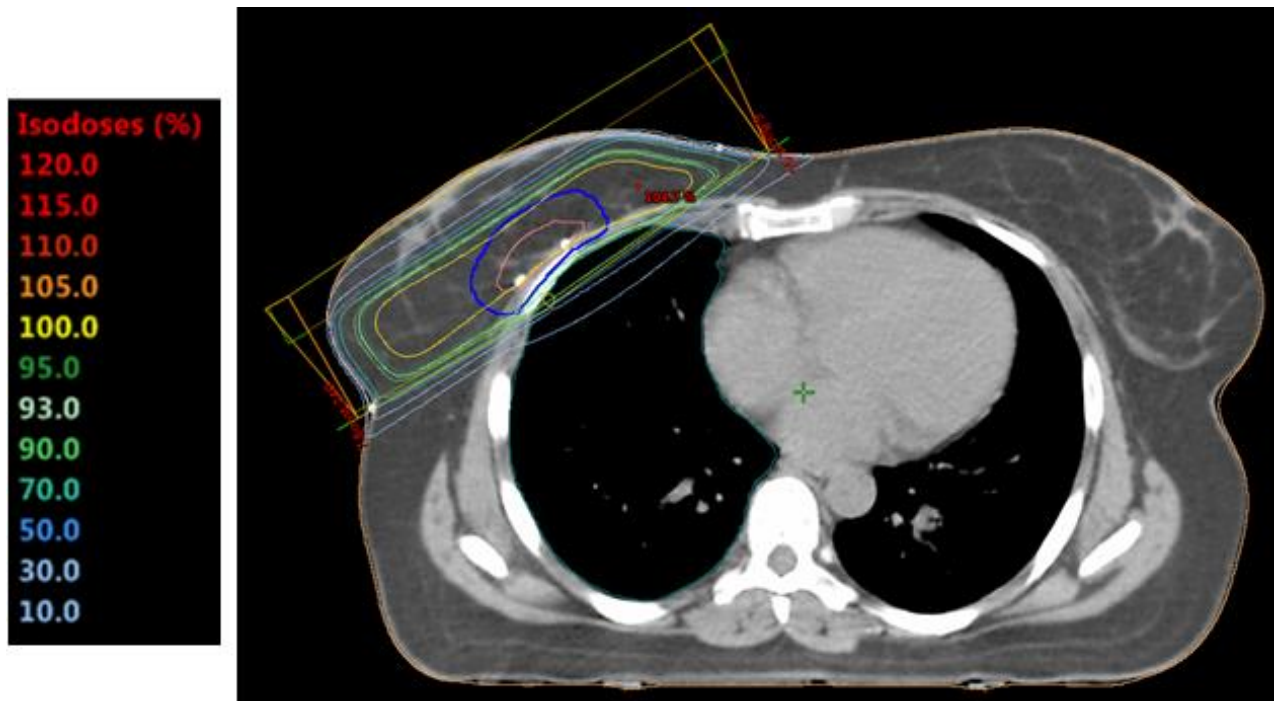
Figur 8 Exempel på dosplan med tangentiella strålfält.



Figur 9 Exempel på BEV (Beams Eye View) för ett tangentiellt strålfält.

## Boostbehandling

Behandling mot boostvolymen ges med fotonfält, elektronfält eller brachyterapi beroende på lokalisering, se exempel på fotonfält i figur 10. För att se den totala belastningen på riskorganen rekommenderas en summering av primär- och boostplan.



**Figur 10** Exempel på dosplan mot boostvolymen PTVT. Inom CTVT syns operationsclips.

**Tabell 1. Dosfördelning / prioritetsordning vid behandling mot bröst**

<b>Prioritet</b>	<b>Volym</b>	<b>Endpoint</b>	<b>Restriktion</b>
<b>1</b>	<b>CTVT<sub>xx</sub></b> <b>/ PTVT<sub>xx</sub></b>	Lokal tumörkontroll	$V_{95\%} = 100\% *$ $D_{medel} \geq 100\%$
	<b>CTV<sub>xx</sub></b> <b>PTV<sub>xx</sub></b> vid lobulär respektive multifokal cancer	Lokal tumörkontroll	Prioriteras högre än riskorganen.  CTV: $D_{98\%} \geq 95\%$ PTV: $D_{98\%} \geq 93\% *$
<b>2</b>	<b>Heart</b>	Hjärtmorbidityt inom 20 år [19]	Hjärt dosen ska minimeras <sup>#</sup> , viss hjärtbelastning tillåts enligt nedan.  MHD $\leq 1$ cm vid tangentiell bestrålning $D_{medel} < 10\%$ (riktvärde 4%)
<b>3</b>	<b>Lung<sub>L</sub> alt.</b> <b>Lung<sub>R</sub></b>	Pneumonit Lungcancer [19]	Begränsa lungdosen <sup>#</sup>  MLD $\leq 3$ cm vid tangentiell bestrålning. $V_{40\%} \leq 20\%$ (riktvärde 10%) $D_{medel} \leq 20\%$ (riktvärde 10%)
<b>4</b>	<b>CTV<sub>xx</sub></b> <b>PTV<sub>xx</sub></b>	Lokal tumörkontroll	CTV: $D_{98\%} \geq 95\%$ PTV: $D_{98\%} \geq 93\% *$ $V_{105\%} \leq 20\%$ (riktvärde 10%)  För att reducera dosen till riskorganen (hjärta/lunga) ned mot riktvärden kan $V_{93\%} > 90\%$ accepteras. Hänsyn till CTVT läge i förhållande till riskorganen. Området med lägre dos bör placeras på största möjliga avstånd från CTVT.
<b>5</b>	<b>Breast<sub>R</sub> alt.</b> <b>Breast<sub>L</sub></b>	Sekundär cancer	Begränsa dosen, särskilt hos yngre. I vissa fall kan visst överslag accepteras för att reducera dosen till riskorganen ned mot riktvärden.
<b>6</b>	<b>Body</b>		$V_{110\%}$ bör vara $< 1 \text{ cm}^3$

\*Undantag ytligt belägen min-dos. <sup>#</sup>Observera att rökning ger riskökning [19].

Kriterierna i tabell 1 gäller både standard- och hypofraktionering, se Appendix 4. Samma kriterier gäller också för den summerade dosplanen vid eventuell boostbehandling.

## **7. Strålbehandling mot bröst eller bröstkorgsvägg och regionala lymfkörtlar**

### **7.1 Fraktionering**

#### **Primär behandling**

- 50 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar/vecka mot PTV\_50

#### **Boostbehandling**

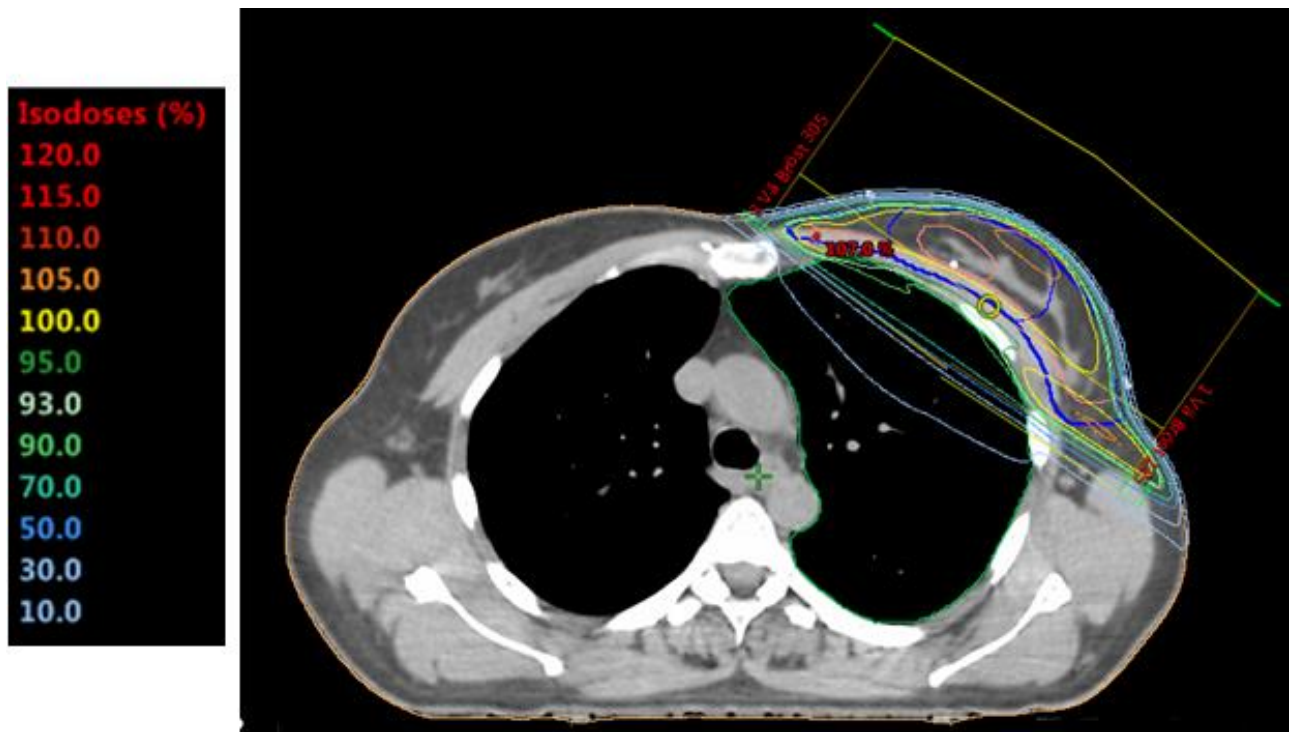
- Ytterligare 16 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar/vecka mot PTVT\_66

### **7.2 Teknik**

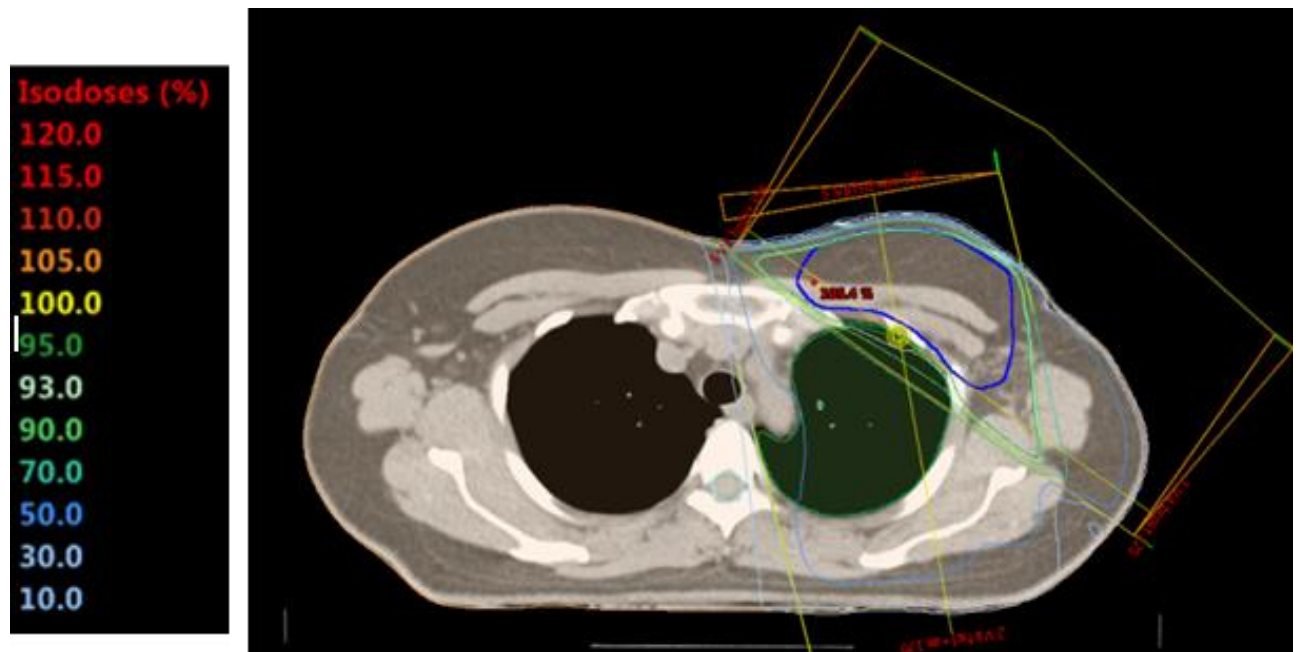
#### **Primär behandling**

Volymer delas upp i en kraniell och en kaudal del med isocenter i skarven. Behandling mot den kraniella delen bör ges med ett fotonfält snett framifrån (oftast 6MV) och ett närmast motstående, lägre viktat fält med högre energi. Behandling mot den kaudala delen, bröstet/bröstkorgsväggen, ges med två tangentiellt ställda strålfält (oftast 6MV) samt eventuella tilläggsfält. Strålfälten anpassas till PTV och riskorgan med lämpligt val av gantryvinkel, kollimatorvinkel och avskärmning. Se exempel i figur 11-14.

För att erhålla låg lungdos bör skarven mellan den kraniella och kaudala delen placeras så kraniellt som möjligt. Risker för heterogen dosfördelning, speciellt underdosering, i skarvområdet ska beaktas. Alternativ kan vara att variera skarvens läge eller att planering kan ske med visst överlapp i skarven.

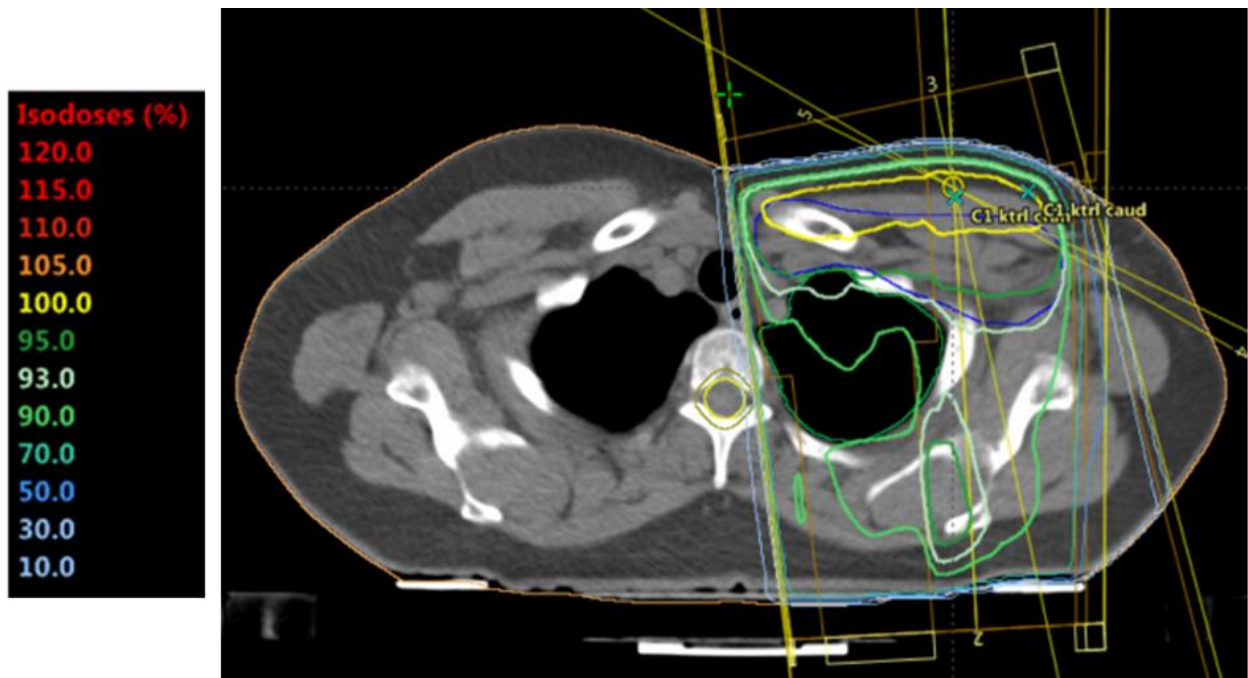


Figur 11 Exempel på dosplan med tangentiella strålfält över bröstvolymen

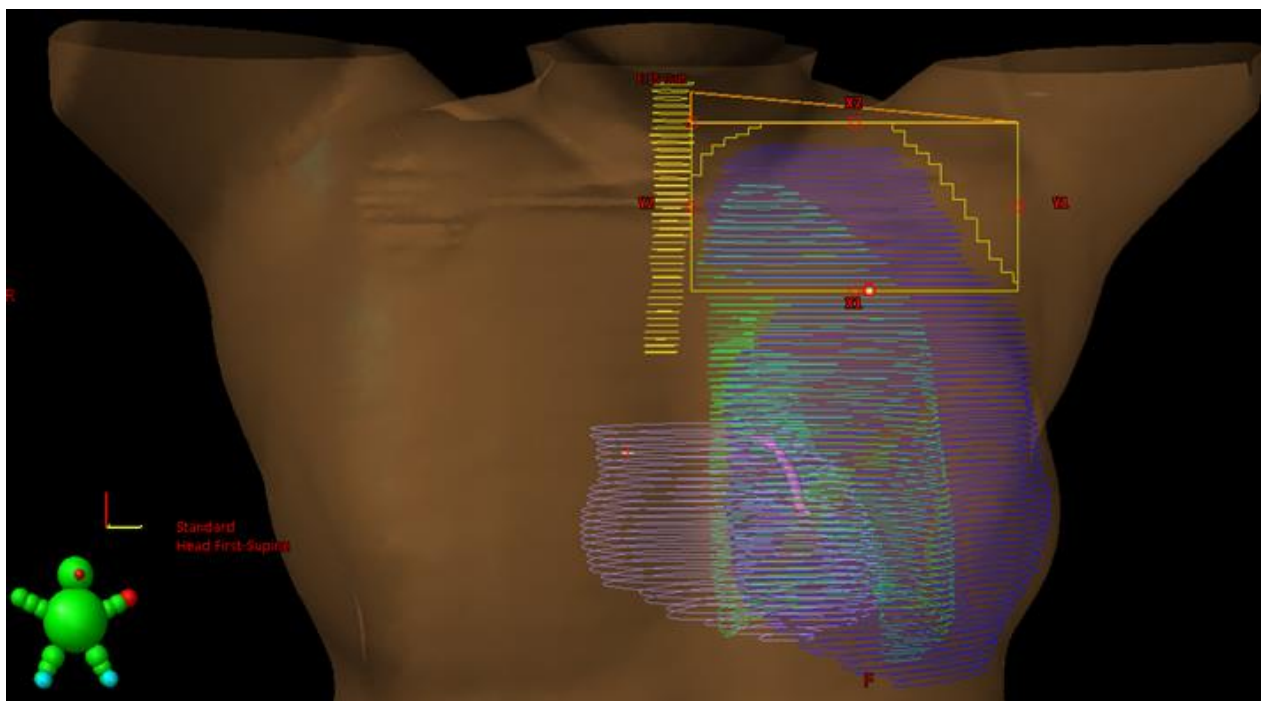


Figur 12. Exempel som visar placeringen av isocenter och CT-snittet för övergången mellan tangentiella strålfält över brösttarget och strålfälten över körteltarget.





**Figur 13** Exempel på dosplan med strålfält över körtelvolymen.



**Figur 14** Exempel på BEV (Beams Eye View) för ett fält över lymfkörtelvolymen. BEV för tangentiella fält finns i figur 9.

## Boostbehandling

Behandling mot boostvolymen ges med fotonfält, elektronfält eller brachyterapi beroende på lokalisering, se exempel i figur 10. För att se den totala belastningen på riskorganen rekommenderas en summering av primär- och boostplan.

**Tabell 2. Dosfördelning / prioritetsordning vid behandling mot bröst eller bröstorgsvägg och regionala lymfkörtlar**

<i>Prioritet</i>	<i>Volym</i>	<i>Endpoint</i>	<i>Restriktion</i>
<b>1</b>	<b>CTVT_50 / PTV_66</b>	Lokal tumörkontroll	$V_{95\%} = 100\%*$ $D_{medel} \geq 100\%$
	<b>CTV_50 PTV_50</b> vid lobulär respektive multifokal cancer.	Lokal tumörkontroll	Prioriteras högre än riskorganen.  CTV: $D_{98\%} \geq 95\%$ PTV: $D_{98\%} \geq 93\%*$
<b>2</b>	<b>Heart</b>	Hjärtmorbidityt inom 20 år [19]	Hjärt dosen ska minimeras <sup>#</sup> , viss hjärtbelastning tillåts enligt nedan.  MHD $\leq 1$ cm vid tangentiell bestrålning $D_{medel} < 10\%$ (riktvärde 4%)
<b>3</b>	<b>Lung_L alt. Lung_R</b>	Pneumonit Lungcancer [19]	Begränsa dosen <sup>#</sup> till samsidig lunga <sup>**</sup> .  MLD $\leq 3$ cm vid tangentiella fält. $V_{40\%} \leq 35\%$ (riktvärde 20%) $D_{medel} \leq 40\%$ (riktvärde 20%)
<b>4</b>	<b>CTV_50 PTV_50</b>	Lokal tumörkontroll	CTV: $D_{98\%} \geq 95\%$ PTV: $D_{98\%} \geq 93\%*$ $V_{105\%} \leq 20\%$ (riktvärde 10%)  För att reducera dosen till riskorganen (hjärta/lunga) ned mot riktvärden kan $V_{93\%} > 90\%$ accepteras. Hänsyn till CTVT läge i förhållande till riskorganen. Området med lägre dos bör placeras på största möjliga avstånd från CTVT.
<b>5</b>	<b>Breast_R alt. Breast_L</b>	Sekundär cancer	Begränsa dosen, särskilt hos yngre. I vissa fall kan visst överslag accepteras för att reducera dosen till riskorganen ned mot riktvärden.
<b>6</b>	<b>Esophagus</b>		Begränsa dosen
<b>6</b>	<b>SpinalCord</b>		$D_{max} < 40\%$
<b>6</b>	<b>Body</b>		$V_{110\%}$ bör vara $< 1\text{ cm}^3$

Kriterierna i tabell 2 gäller också för den summerade dosplanen vid eventuell boostbehandling.

\*Undantag ytligt belägen min-dos. \*\*Anm. dosgränserna till lunga gäller vid behandling av en sida. Vid samtidig bilateral behandling bör dosen till respektive lunga vara lägre än ovan angivna värden. <sup>#</sup>Observera att rökning ger riskökning [19].

## 8. Referenser

1. Bröstcancer, Nationellt vårdprogram, SweBCG. <http://swebcg.se>.
2. SSM rapport 2016:18 En standardiserad svensk nomenklatur för strålbehandling. [www.stralsakerhetsmyndigheten.se](http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se)
3. Offersen BV, Boersma LJ, Kirkove C, et al  
ESTRO consensus guideline on target volume delineation for elective radiation therapy of early stage breast cancer, version 1.1. *Radiother Oncol.* 2016 Jan;118(1):205-8. doi: 10.1016/j.radonc.2015.12.027. Epub 2016 Jan 18.
4. Joiner MC, van der Kogel, A. *Basic Clinical Radiobiology.* 4: th ed 2009.
5. Hurkmans CW, Borger JH, Bos LJ, van der Horst A, Pieters BR, Lebesque JV, et al. Cardiac and lung complication probabilities after breast cancer irradiation. *Radiother Oncol.* 2000 May;55(2):145-51.
6. Feng M, Moran JM, Koelling T, Chughtai A, Chan JL, Freedman L, et al. Development and validation of a heart atlas to study cardiac exposure to radiation following treatment for breast cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2011 Jan 1;79(1):10-8.
7. Gagliardi G, Constine LS, Moiseenko V, Correa C, Pierce LJ, Allen AM, et al. Radiation dose-volume effects in the heart. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2010 Mar 1;76(3 Suppl):S77-85.
8. Darby SC, Ewertz M, McGale P, Bennet AM, Blom-Goldman U, Bronnum D, et al. Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer. *N Engl J Med.* 2013 Mar 14;368(11):987-98. PubMed PMID: 23484825. Epub 2013/03/15. eng.
9. Nilsson G, Holmberg L, Garmo H, Duvernoy O, Sjogren I, Lagerqvist B, et al. Distribution of coronary artery stenosis after radiation for breast cancer. *J Clin Oncol.* 2012 Feb 1;30(4):380-6.
10. Marks LB, Bentzen SM, Deasy JO, Kong FM, Bradley JD, Vogelius IS, et al. Radiation dose-volume effects in the lung. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2010 Mar 1;76(3 Suppl):S70-6.
11. Lind PA, Wennberg B, Gagliardi G, Fornander T. Pulmonary complications following different radiotherapy techniques for breast cancer, and the association to irradiated lung volume and dose. *Breast Cancer Res Treat.* 2001 Aug;68(3):199-210.
12. Whelan TJ, Pignol JP, Levine MN, Julian JA, MacKenzie R, Parpia S, et al. Long-term results of hypofractionated radiation therapy for breast cancer. *N Engl J Med.* 2010 Feb 11;362(6):513-20.
13. Bentzen SM, Agrawal RK, Aird EG, Barrett JM, Barrett-Lee PJ, Bentzen SM, et al. The UK Standardisation of Breast Radiotherapy (START) Trial B of radiotherapy hypofractionation for treatment of early breast cancer: a randomised trial. *Lancet.* 2008 Mar 29;371(9618):1098-107.

14. Taghian A, Jeong JH, Mamounas E, Anderson S, Bryant J, Deutsch M, et al. Patterns of locoregional failure in patients with operable breast cancer treated by mastectomy and adjuvant chemotherapy with or without tamoxifen and without radiotherapy: results from five National Surgical Adjuvant Breast and Bowel Project randomized clinical trials. *J Clin Oncol*. 2004 Nov 1;22(21):4247-54.
15. Dijkema IM, Hofman P, Raaijmakers CP, Legendijk JJ, Battermann JJ, Hillen B. Locoregional conformal radiotherapy of the breast: delineation of the regional lymph node clinical target volumes in treatment position. *Radiother Oncol*. 2004 Jun;71(3):287-95.
16. (RTOG). Breast Cancer Atlas for Radiation Therapy Planning: Consensus Definitions. Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) Breast Cancer Contouring Atlas [Http://www.rtog.org](http://www.rtog.org).
17. Fowble BL, Einck JP, Kim DN, McCloskey S, Mayadev J, Yashar C, et al. Role of postmastectomy radiation after neoadjuvant chemotherapy in stage II-III breast cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2012 Jun 1;83(2):494-503.
18. Liljegren A, Unukovych D, Gagliardi G, Bjöhle J, Wickman M, Johansson H, et al. No difference in dose distribution in organs at risk in postmastectomy radiotherapy with or without breast implant reconstruction. *Rad Onc*. 2014, 9:14.
19. Taylor C, Correa C, Duane FK, Aznar MC, Anderson SJ, Bergh J, et al. Estimating the risks of breast cancer radiotherapy: Evidence from modern radiation doses to the lungs and heart and from previous randomized trials. *J Clin Oncol* 35, Online March 20, 2017