

Riktlinjer för volymer och teknik vid strålbehandling av bröstcancer

Version 3, 2014-10-20

Dokumentet reviderades hösten 2013 av styrgruppen för SBRG:

Ulla Blom Goldman, onkolog, Stockholm

Maria Hällje, dosplanerare, Göteborg

Lisa Kjellén, onkolog, Lund

Yvonne Pålsson, dosplanerare, Växjö

Annika Sartz, sjukhusfysiker, Örebro

Åsa Ärlig, sjukhusfysiker, Jönköping

Syfte/ bakgrund

Svenska bröstradioterapigruppen, SBRG, arbetar för att på nationell nivå skapa förutsättningar för:

- Gemensam nomenklatur
- Kvalitetsförbättring
- Utbyte, utbildning och kontakter
- Optimering
- Utvärdering

Dessa riktlinjer är utarbetade för konventionell fotonradioterapi, d.v.s. 3DCRT.

Appendix:

1. Targetmallar, PTV (pdf)
2. a) Targetmallar, CTV och CTVN (pdf)
b) Kommentarer till targetmallar CTV och CTVN
Lottie Dreifaldt & Zuzana Lovasova
3. Rekommendationer vid andningsanpassad strålbehandling
Sofie Ceberg, Anna Karlsson Hauer, Karin Uttman, Joakim Jonsson & Jesper Lindberg
4. EQD₂ vid hypofraktionerad bröstbehandling

1. Inledning

Fem begrepp för att beskriva target

GTV	Gross Tumor Volume Röntgenologiskt eller med annan metod verifierad kvarvarande tumörvolym. Endast då bristande radikalitet föreligger.
CTV _{xx}	Clinical Target Volume Den vävnadsvolym man avser att behandla. Eventuellt uppdelat i bröst (CTV _{xx}) och körtlar (CTVN _{xx}). xx motsvarar ordinerad dos i Gy.
PTV _{xx}	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. xx motsvarar ordinerad dos i Gy.
CTVT _{xx}	Området där tumören suttit med lämplig marginal, gäller för både bröstbevarande kirurgi och för ablatio mammae.
PTVT _{xx}	Boostvolym: <ul style="list-style-type: none">- området där tumören suttit beträffande radikalopererade kvinnor ≤ 40 år opererade med sektorresektion (se nationellt vårdprogram, 1). Motsvarar CTVT med marginal.- Området för kvarlämnad tumör (GTV) med lämplig marginal beträffande icke radikalt opererade patienter. Kan ligga i bröstet/bröstkorgsväggen och överensstämmer då ofta med CTVT med marginal. Kan också ligga i axill eller fossa supraclavikulare och volymen får då individualiseras. xx motsvarar ordinerad dos i Gy.

Targetmallar ritade i CT-snitt finns för

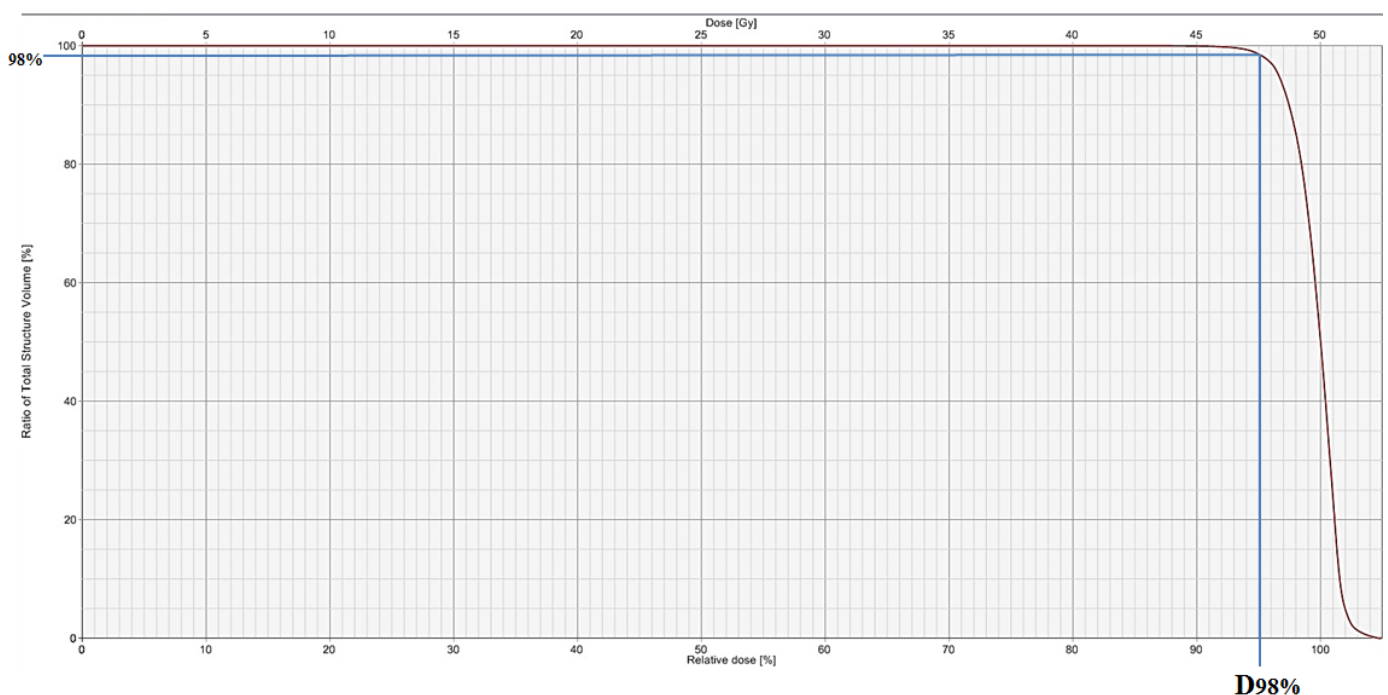
- tangentiell strålbehandling efter bröstbevarande kirurgi
- lokoregional strålbehandling efter bröstbevarande kirurgi
- lokoregional strålbehandling efter ablatio.

Dessa mallar skall ses som stöd för den individuella 3D-baserade dosplaneringen. V.g. se Appendix 1, Targetmallar för PTV och Appendix 2, Targetmallar för CTV och CTVN.

Gällande benämning av target och riskorgan följs den kommande nationella standarden för nomenklatur inom strålterapi. Denna är i sin tur baserad på ICRU 83 (2) och Santanam et al (3).

Några begrepp för att beskriva dosfördelningen

$V_{95\%}$	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 1 Exempel på dos-volym histogram, $D_{98\%}$ markerat.

Begreppet EQD₂

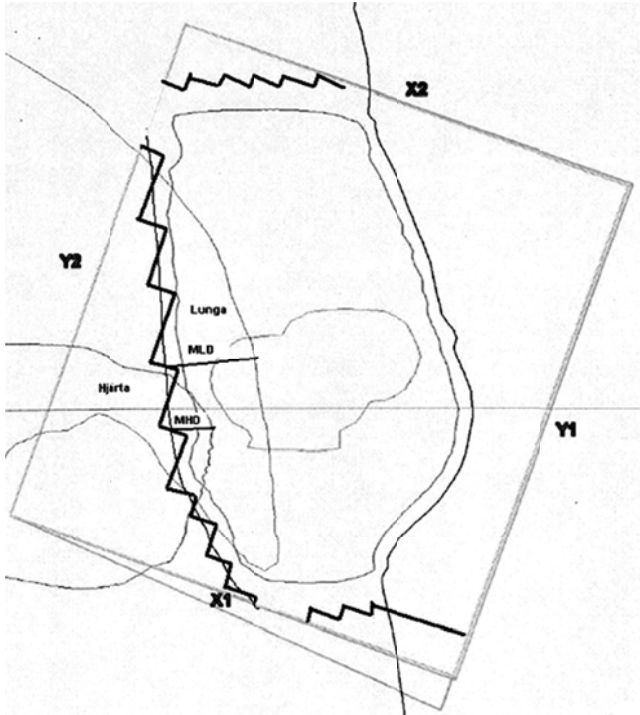
För att kunna jämföra effekten av behandlingar med olika fraktioneringsmönster kan ekvivalent dos i 2 Gy/fraktion, EQD₂, beräknas enligt följande formel baserad på LQ-modellen:

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

D motsvarar total dos, d fraktionsdos och α/β väljs för den effekt och vävnad man är intresserad av, Basic Clinical Radiobiology, Joiner M & van der Kogel (4).

Två begrepp för att beskriva avskärmning av riskorgan vid tangentiella fält

- 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 2 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.

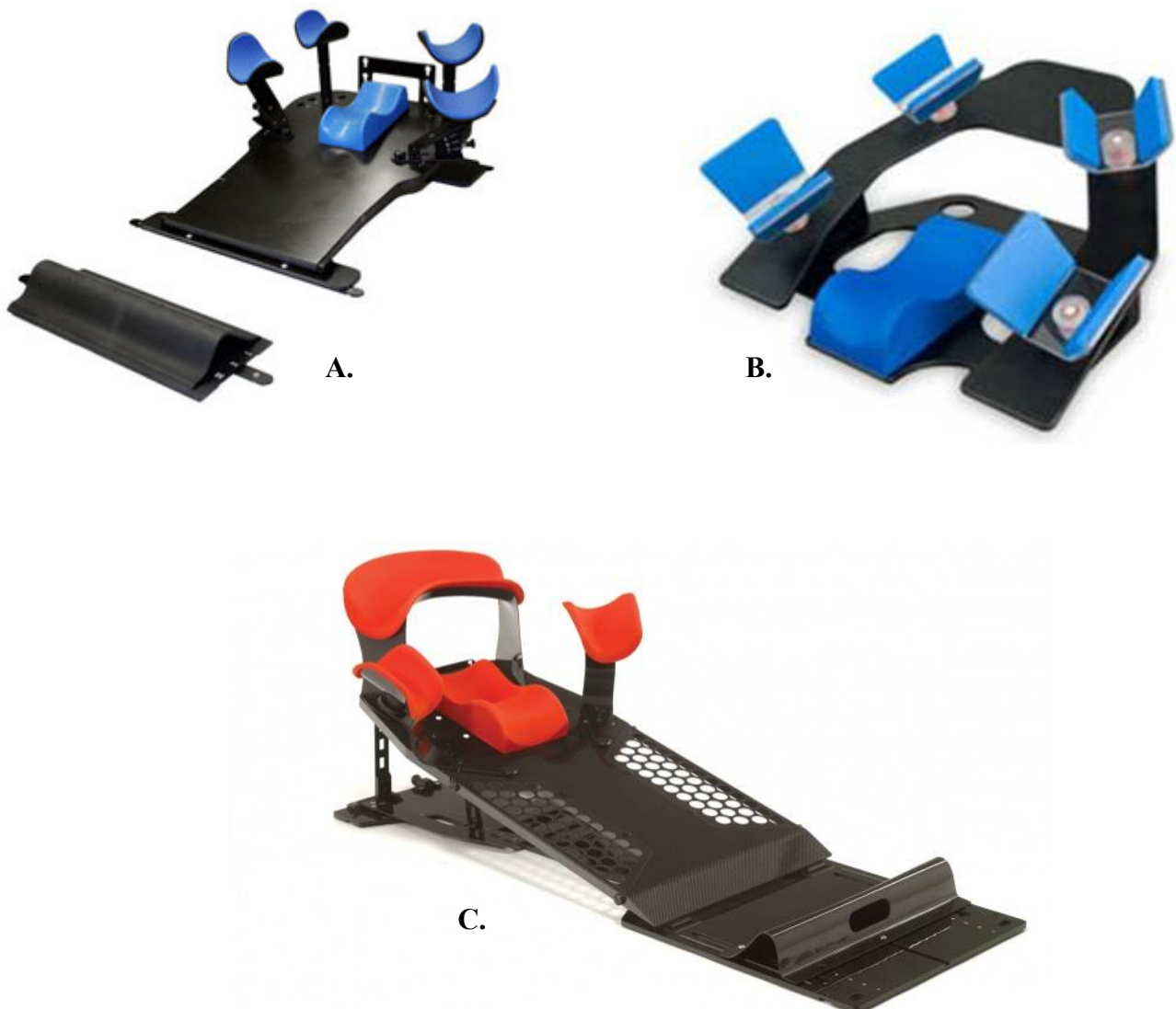
Allmänna överväganden

- Asymptomatiska serom i bröst eller thoraxvägg är inget hinder för radioterapi.
- Bröstprotes är inget hinder för radioterapi, men kan på sikt innebära ökad risk för skrumpning eller fibrosbildning.
- Samma doskriterier skall användas oavsett val av dosberäkningsalgoritm (ex. pencil beam, collapsed cone).
- Vid vänstersidig behandling kan andningsgating användas för att reducera dosen till riskorgan. Riktlinjer för gating finns i Appendix 3.
- Möjlighet att ge samtidig bilateral behandling får bedömas på individuell nivå med hänsyn till lungdos, hjärtos, ev. comorbiditet och allmäntillstånd.

2. Strålbehandling mot bröst efter sektorresektion av bröstcancer st I och II utan körtelengagemang och med begränsat körtelengagemang

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.



Figur 3 Exempel på olika bröstbrädor.

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

Datortomografi

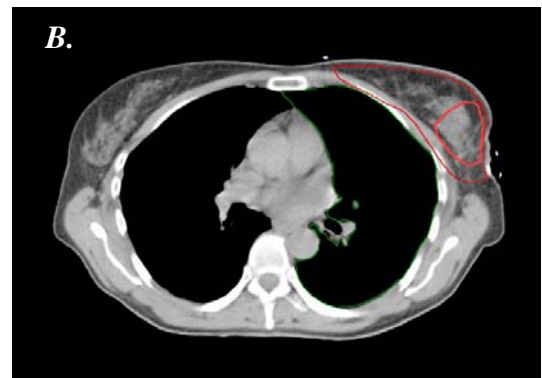
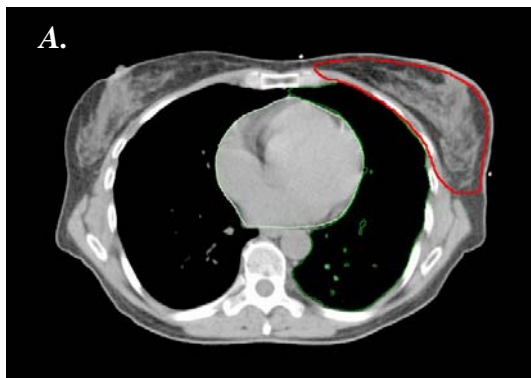
CT-undersökning med snittavstånd max 3 mm. Hela lungvolymen skall inkluderas för korrekt beräkning av dos-volym histogram. Bröstet palperas och markeras med röntgentät tråd vid CT-undersökningen. Även ärret efter sektorresektionen markeras.

Targetvolym

- GTV** I de fall operationen ej varit radikal och kvarvarande manifest tumör föreligger i bröstet kan en GTV definieras. Denna volym definieras individuellt utifrån omständigheterna.
- CTV_xx** Allt kvarvarande bröstparenkym. Utbredningen bestäms från CT-bilder och markering av palperat bröstparenkym. Pectoralisfascian ingår. Att rita CTV_xx är ej obligatoriskt.
- PTV_xx** - Enligt mallen motsvarar detta CTV_xx med marginal, 5 –10 mm beroende på lokalisering. PTV går 5 mm innanför huden och med begränsning mot lungan mitt i revbenen. Kranialt i volymen dorsal begränsning 1 cm innanför musculus pectoralis majors ventralkant. Medial gräns är bröstparenkym med 1 cm marginal, dock längst till sternums lateralkant.
- Kliniker som ritar CTV_xx kan själva definiera marginal enligt lokal rutin.
- CTVT_xx** Tumörläget i bröstet, med minst 1 cm marginal, ritas ut separat med ledning av markerat ärr, CT-bilderna, information från mammografisvar alternativt operationsberättelsen samt eventuella clips. Inkluderar GTV om sådan finns. Ev. serom i bröstet bör normalt ingå i CTVT_xx.
- PTVT_66** Boostvolym, motsvarar i regel CTVT_xx med marginal 5-10 mm.

Riskorgan

Heart	Hjärtat definieras som hjärtats ytterkontur, inklusive de stora kärlen, upp till och med aorta ascendens början där kranskärlsavgångarna finns (5-8). (Ej obligatoriskt vid högersidig behandling.)
A_coronaryD_L	Vänstra främre kranskärlet (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	Lungvolymen definieras som hela samsidiga lungan, ej hilusstrukturer (5, 10, 11)
SpinalCord	Medulla spinalis
Breast_R alt.	Kontralaterala bröstet. (ej obligatoriskt att rita)
Breast_L	



Figur 4. Exempel på target och riskorgan.

A: CT-snitt centralt i ett PTV_{xx}. B: CT-snitt centralt i ett CTVT_{xx}.

Dosering/ fraktionering

-Alt. 1: Standardfraktionering:

50 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar/vecka mot PTV₅₀.

Vid ev. **boost** ges ytterligare 16 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar/vecka mot boostvolymen, PTVT₆₆, motsvarande totalt 66 Gy på 33 fraktioner.

-Alt. 2: Hypofraktionering enligt Whelan, (12)

42.56 Gy, 2.66 Gy/dag, 5 dagar/vecka mot PTV_{42.6}.

-Alt. 3: Hypofraktionering enligt START B (13)

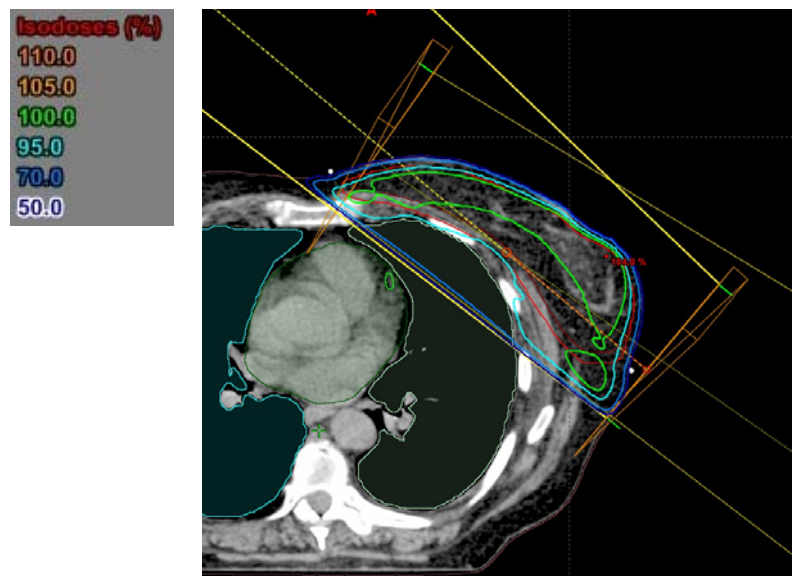
40.05 Gy, 2.67 Gy/dag, 5 dagar/vecka mot PTV_40.

OBS! Särskilda krav gäller vid hypofraktionering, se nationellt vårdprogram (1).

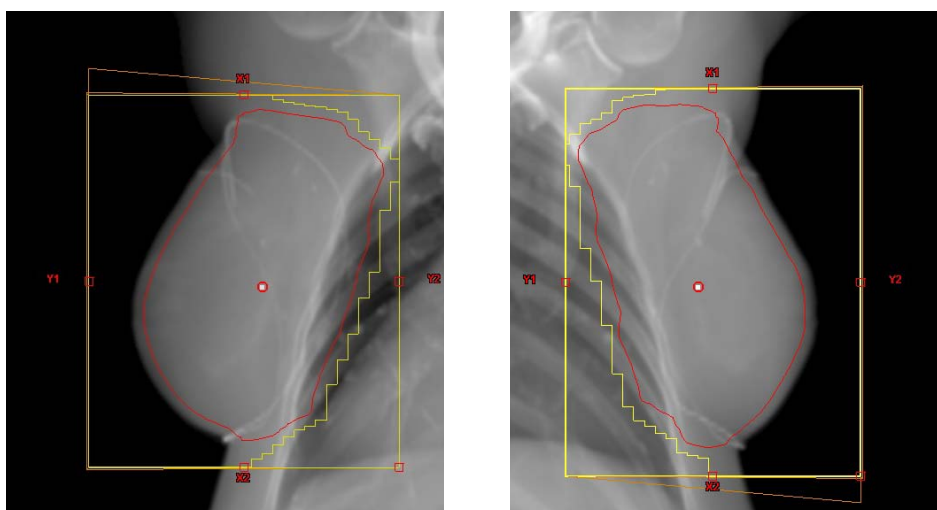
Hypofraktionering används ej i kombination med boost.

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

Absorberad dos specificeras till en representativ punkt mitt i volymen, alternativt till medeldos eller mediandos i PTV_xx.



Figur 5. Exempel på dosplan med tangentiella strålfält.

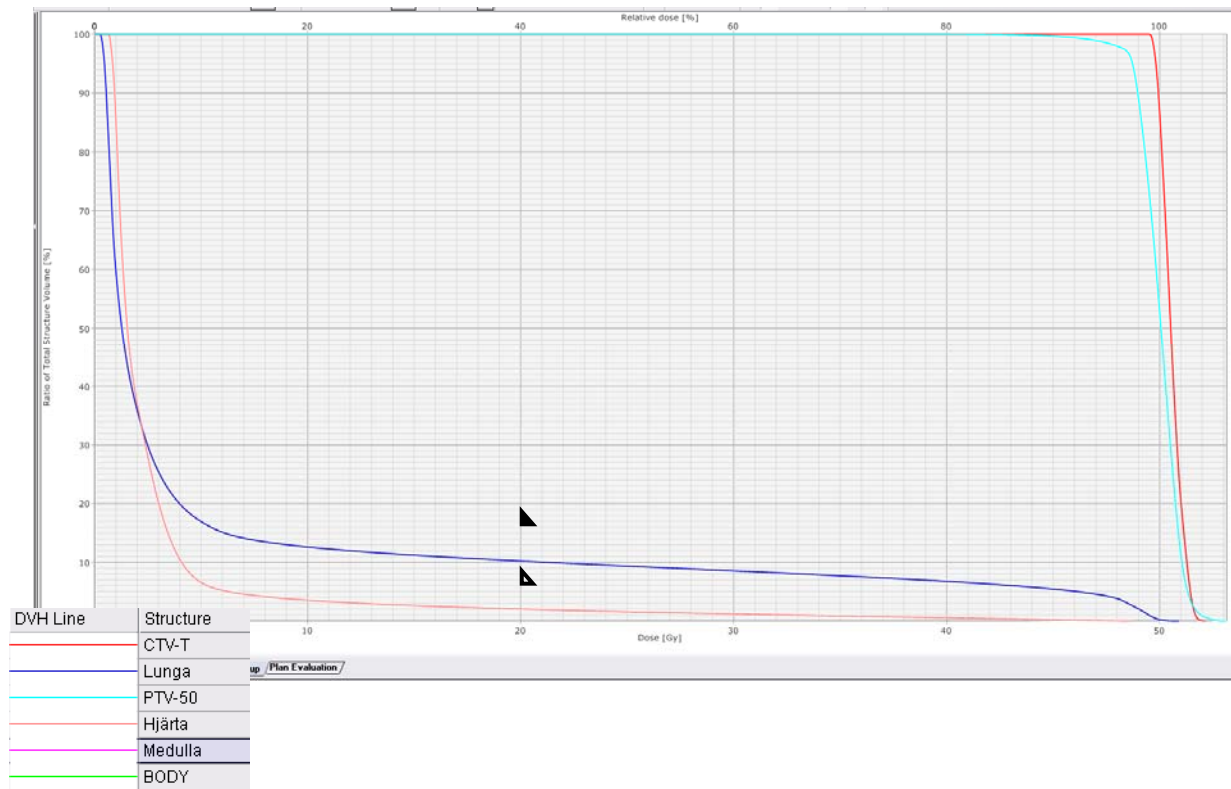


Figur 6. Exempel på BEV (Beams Eye View) för tangentiella strålfält.

Teknik

Behandlingen ges med två tangentiella, isocentriskt ställda strålfält, oftast 6 MV samt eventuella "tilläggsfält". Strålfälten anpassas till PTV_xx och riskorgan med lämpligt val av gantryvinkel, kollimatorvinkel och avskärmning, se figur 5 och 6.

Behandling mot boostvolym ges med fotonfält, elektronfält eller brachyterapi beroende på lokalisation.



Figur 7. Exempel på dos-volym histogram (DVH) för target och riskorgan. Doskriterier för lunga finns angivna.

Verifikation

Fältverifikation och kontrollbilder av positionering tas enligt lokal rutin. Kontroll av positionering sker minst vid behandlingens start, ytterligare en gång samt vid behov. Toleransen för positionsavvikelser beror till stor del på lokala rutiner, men bör ej överstiga 5 mm.

Då utveckling av nya tekniker för positionering pågår, kommer detta att beaktas i nästa version av riktlinjerna. Gruppen strävar på sikt efter mer enhetlighet inom verifikationsområdet.

Dosimetrisk verifikation utförs i enlighet med klinikens gängse rutiner.

Tabell 1. Dosfördelning / prioritetsordning vid behandling mot bröst

Prioritet	Volym	Endpoint	Restriktion
1	CTVT_xx / PTVT_66	Lokal tumörkontroll	$V_{95\%} = 100\%$ (undantag ytligt belägen min-dos). $D_{medel} \geq 100\%$
	PTV_xx vid lobulär respektive multifokal cancer	Lokal tumörkontroll	PTV_xx prioriteras i dessa fall högre än riskorganen. $D_{98\%} \geq 93\%$ (undantag ytligt belägen min-dos)
2	Heart	Hjärtmorbidityt inom 20 år	Hjärt dosen ska minimeras men viss hjärtbelastning tillåts enligt nedan: <ul style="list-style-type: none"> - Maximal hjärtdistans, MHD, ≤ 1 cm vid tangentiell bestrålning - $D_{medel} < 10\%$ (riktvärde 4%)
3	Lung	Pneumonit	Begränsa lungdosen <ul style="list-style-type: none"> - Maximal lungdistans, MLD, ≤ 3 cm vid tangentiell bestrålning. - $V_{40\%} \leq 20\%$ (riktvärde 10%) - $D_{medel} \leq 20\%$ (riktvärde 10%)
4	PTV_xx	Lokal tumörkontroll	$D_{98\%} \geq 93\%$ (undantag ytligt belägen min-dos) $V_{105\%} \leq 20\%$ (riktvärde 10%) För att reducera dosen till riskorganen ned mot riktvärden (hjärta /lunga) kan man i vissa fall acceptera $V_{93\%} > 90\%$. Hänsyn ska tas till CTVT_xx:s läge i förhållande till riskorganen. Området med lägre dos bör placeras på största möjliga avstånd från CTVT_xx.
5	Breast_R alt. Breast_L	Sekundär cancer	Begränsa dosen. I vissa fall kan man dock acceptera visst överslag för att reducera dosen till riskorganen ned mot riktvärden.
6	Body		$V_{110\%}$ bör vara $< 1 \text{ cm}^3$

Kriterier ovan gäller både standard- och hypofraktionering. Genom att ange dosgränserna i procent av ordinerad dos görs samma avvägning mellan dos till target och riskorgan för en hypofraktionerad plan som för en standardfraktionerad. Ett resonemang kring vad detta innebär uttryckt i EQD₂ finns i Appendix 4.

3. Strålbehandling mot bröst och regionala lymfkörtlar efter sektorresektion av bröstcancer st II med körtelengagemang.

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. För att undvika onödigt mycket dos till lunga är det en fördel om patienten kan ligga plant. Vid större bröst kan dock, om möjligt, en måttlig vinkling av bröstbrädan motverka att bröstet faller uppåt. Se exempel på bröstbrädor i figur 3.

Datortomografi

CT-undersökning med snittavstånd max 3 mm. Hela lungvolymen skall inkluderas för korrekt beräkning av dos-volym histogram. Bröstet palperas och markeras med röntgentät tråd vid CT-undersökningen. Även ärret efter sektorresektionen markeras.

Targetvolym

GTV	I de fall operationen ej varit radikal och kvarvarande manifest tumör föreligger i bröst, axill eller fossa supraclavikulare kan en GTV definieras. Denna volym definieras individuellt utifrån omständigheterna.
CTV_50	Allt kvarvarande bröstparenkym. Utbredningen bestäms från CT-bilder och markering av palperat bröstparenkym. Pectoralisfascian ingår. Se Appendix 2. Att rita CTV_50 är ej obligatoriskt
CTVN_50	Lymfkörtelstationer samsidigt i axill nivå III samt fossa supraclavikulare, se Appendix 2. Att rita CTVN_50 är ej obligatoriskt
PTV_50	PTV_50 enligt mallen motsvarar CTV_50 + CTVN_50 med marginal, 5 – 10 mm beroende på lokalisering. Lymfkörtelstationer: För att spara normalvävnad och med tanke på den låga risken för recidiv har PTV modifierats vid vissa körtelnivåer (14) . Axillnivå II inkluderas som marginal till nivå III. Ringa marginal till level II för att spara axelled och mjukvävnader runt denna. Bakre triangeln av fossa supra clav ingår ej i PTV_50, detta för att möjliggöra framåtviktning av fossafältet.

3. Strålbehandling mot bröst och regionala lymfkörtlar efter sektorresektion

Level I ritas ej in i PTV_50. Med dagens teknik beräknas ändå cirka 80% av level I täckas av de tangentiella strålfälten, men för att täcka hela level I skulle väsentligt större lungvolym bestrålas. Marginalen till mediala fossa supra clav har också begränsats, detta för att spara esofagus.

Bröstet	CTV_50 med marginal, 5 – 10 mm. PTV_50 går 5 mm innanför huden och med begränsning mot lungan mitt i revbenen. Kranialt i volymen dorsal begränsning 1 cm innanför m. pectoralis majors ventralkant. Medial gräns är bröstparenkym med 1 cm marginal, dock längst till sternums lateralkant.
Lymfkörtelstationer (15,16)	Medial gräns 5 mm lateralt om trachea. Från sternoclavikularledens kaudalkant går gränsen snett lateralt – kaudalt tills den når kaudalgränsen eller oftare övergår i brösttargetvolymen
	Lateral gräns Laterala kanten av musculus pectoralis minor. Kranialt utgöres lateralgränsen av axelledkapselns mediala begränsning
	Kranial gräns Medialt ligger gränsen 2 cm kranialt om mediala nyckelbensändan. Gränsen följer därefter nyckelbenet kranialt – lateralt med ett avstånd på 2 cm (mätt vinkelrät mot nyckelbenet på översiktsbild). Detta motsvarar ca 3 cm mätt i transversalsnitt. Lateralt är det acromioclavikularledens kaudala begränsning som utgör gräns.
	Kaudal gräns Där fettspatiet dorsalt/medialt om musculus pectoralis minor upphör vid muskelns infästning i revbenen.
	Ventral gräns 5 mm under hudytan medialt (för att

3. Strålbehandling mot bröst och regionala lymfkörtlar efter sektorresektion

spara hud och för att underlätta dosutvärdering). Lateralt går gränsen mitt i musculus pectoralis major.

Dorsal gräns ½ AP-måttet i axilltopp nivå. Längre ventralt i fossa scl. Se ovan.

Om CTV_50 ev. även separat CTVN_50 ritats enligt CTV-mallen skapas PTV_50 utifrån dessa enligt lokal rutin

CTVT_50 Tumörläget i bröstet med minst 1 cm marginal ritas ut separat med ledning av markerat ärr, CT- bilderna samt information från mammografisvar alternativt operationsberättelsen samt eventuella clips. Inkluderar GTV om sådan finns. Ev. serom i bröstet skall normalt ingå i CTVT_50, men serom i axillen (level I) skall ej ingå.

PTVT_66 I regel som CTVT_50 med 5-10 mm marginal, men kan avvika om GTV finns i axill eller fossa supraclavikulare.

Riskorgan

Heart Hjärtat definieras som hjärtats ytterkontur, inklusive de stora kärlen, upp till och med aorta ascendens början där kranskärlsavgångarna finns (5-8) (Ej obligatoriskt vid högersidig behandling.)

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)

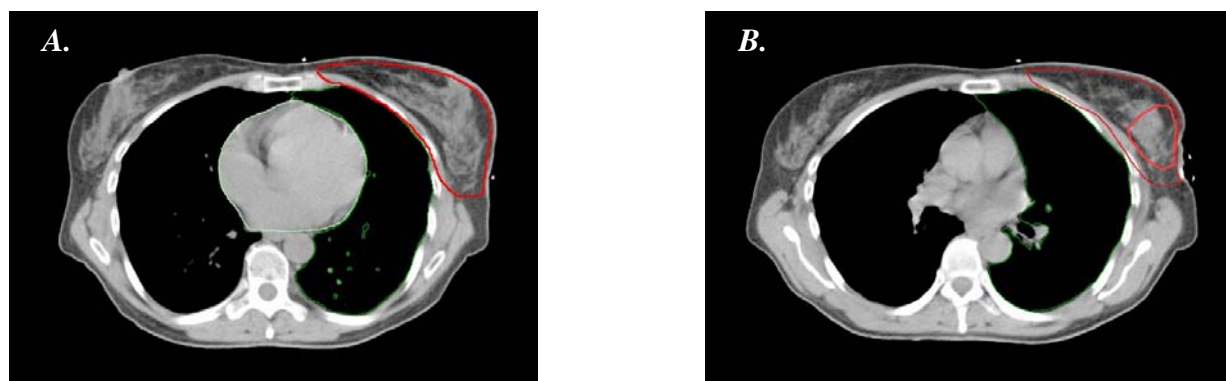
Lung Lungvolymen definieras som hela samsidiga lungan, ej hilusstrukturer (5, 10, 11)

SpinalCord Medulla spinalis

Breast_R alt.

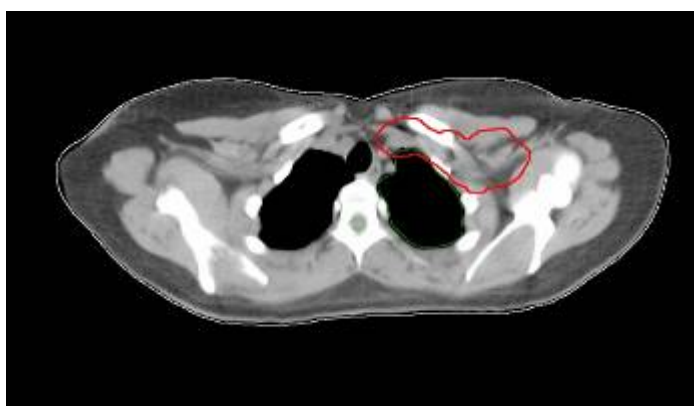
Breast_L kontralaterala bröstet (ej obligatoriskt att rita)

Esophagus (ej obligatoriskt att rita)



Figur 8 Exempel på target och riskorgan.

A: CT-snitt centralt i bröstvolymen. **B:** CT-snitt centralt i ett CTVT i bröstvolymen.



Figur 9. Exempel på target och riskorgan centralt i körtelvolymen.

Dosering/ fraktionering

50 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar/vecka mot PTV_50

Boost:

Ytterligare 16 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar / vecka mot PTVT_66 (summa 66 Gy på 33 fraktioner)

Absorberad dos specificeras till en representativ punkt mitt i volymen alternativt till medeldos eller mediansdos i PTV_50 respektive PTVT_66.

Teknik

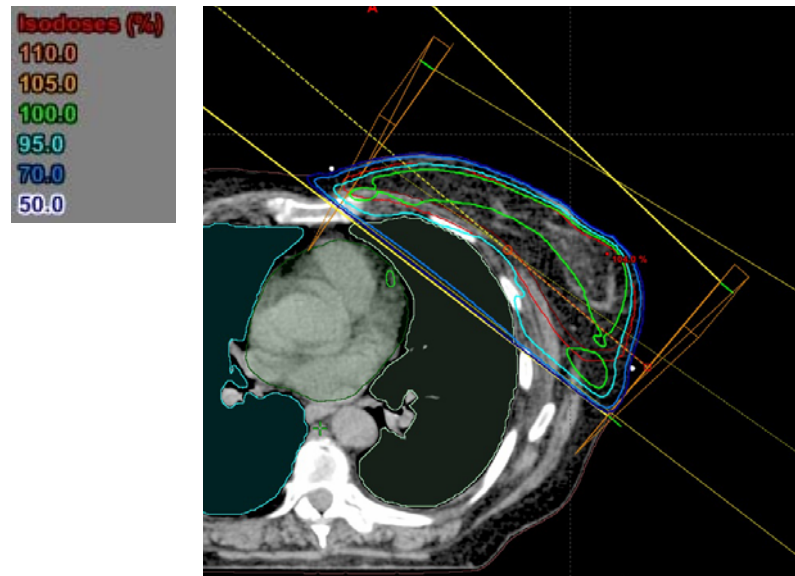
Volymen delas upp i en kraniell och en kaudal behandlingsvolym med isocenter i skarven.

Behandling mot den kraniella delen bör ges med ett fotonfält snett framifrån (oftast 6MV) och ett närmast motstående, lägre viktat fält med högre energi. Behandlingen mot den kaudala delen, bröstet, ges med två tangentiellt ställda strålfält, oftast 6MV samt eventuella "tilläggsfält".

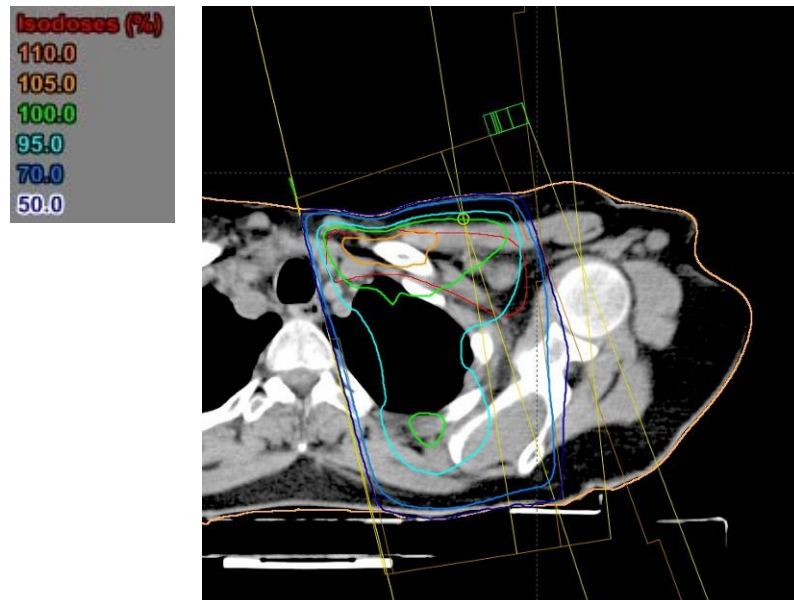
Strålfälten anpassas till PTV och riskorgan med lämpligt val av gantryvinkel, kollimatorvinkel och

avskärmning. För att erhålla låg lungdos bör skarven mellan den kraniella och kaudala delen placeras så långt kranieellt som möjligt. Risken för heterogen dosfördelning, speciellt underdosering, i skarvområdet ska beaktas. Eventuellt flyttas skarvens läge efter halva behandlingen, alternativt kan planering ske med visst överlapp i skarven.

Behandling mot boostvolymen, PTVT_66, ges med fotonfält, elektronfält eller brachyterapi beroende på lokalisering.

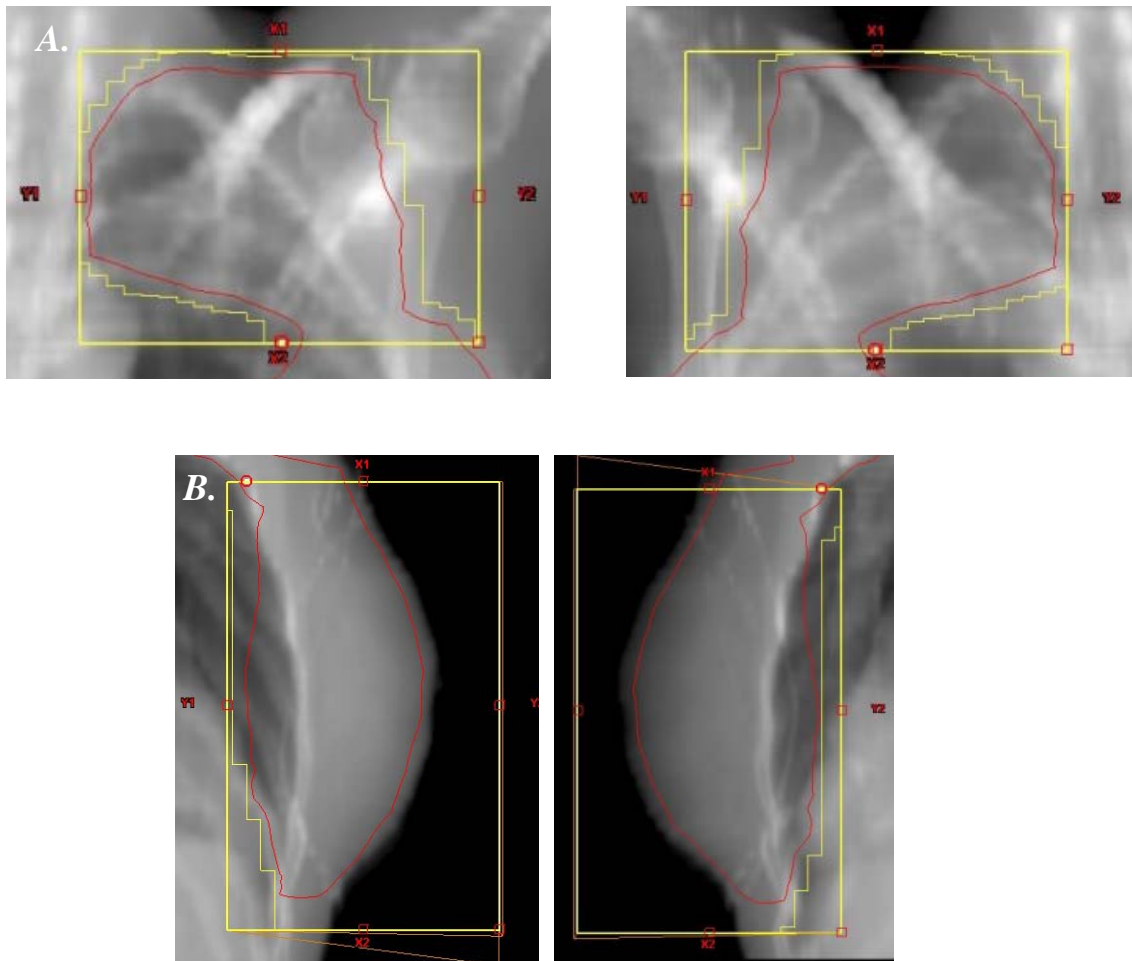


Figur 10. Exempel på dosplan med tangentiella strålfält i bröstvolymen.

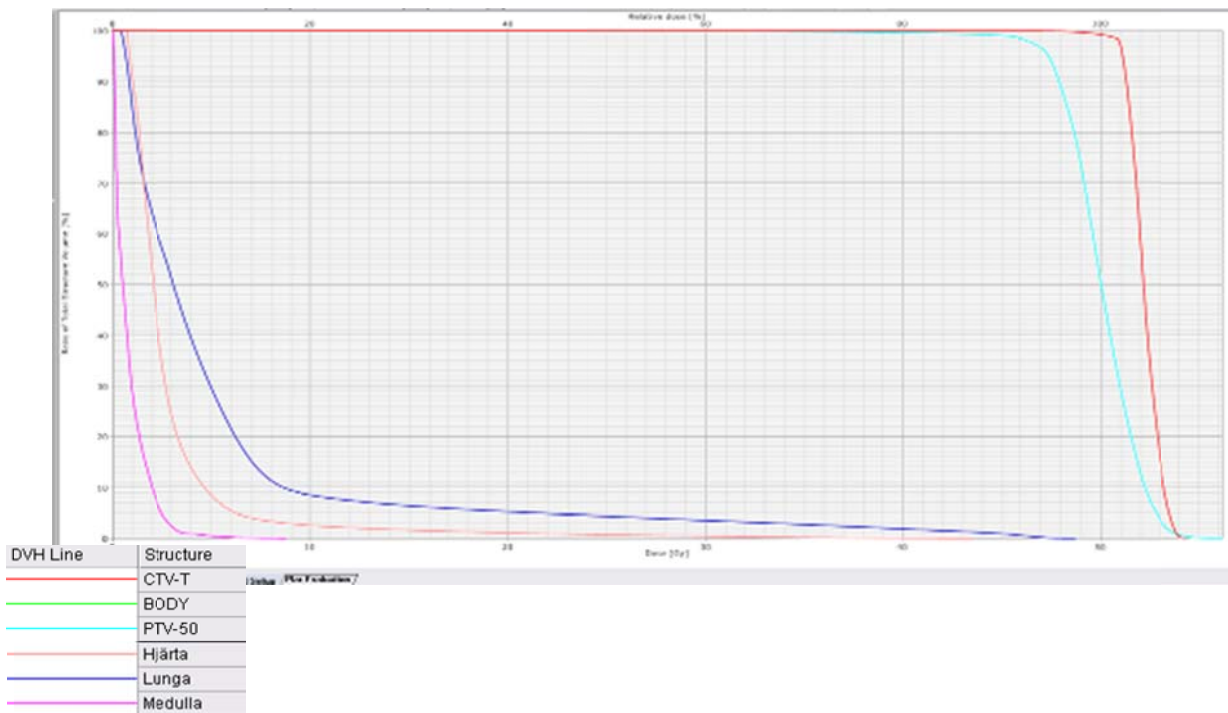


Figur 11. Exempel på dosplan med strålfält i körtelvolymen.

3. Strålbehandling mot bröst och regionala lymfkörtlar efter sektorresektion



Figur 12. Exempel på BEV (Beams Eye View) för **A:** Strålfält över körtelvolymen. **B:** Tangentiella strålfält.



Figur 13. Exempel på dos-volym histogram (DVH) för target och riskorgan.

Verifikation

Fältverifikation och kontrollbilder av positionering tas enligt lokal rutin. Kontroll av positionering sker minst vid behandlingens start, ytterligare en gång samt vid behov. Toleransen för positionsavvikelser beror till stor del på lokala rutiner, men bör ej överstiga 5 mm.

Då utveckling av nya tekniker för positionering pågår, kommer detta att beaktas i nästa version av riktlinjerna. Gruppen strävar efter mer enhetlighet inom verifikationsområdet på sikt.

Dosimetrisk verifikation utförs i enlighet med klinikens gängse rutiner.

Tabell 2. Dosfördelning / prioriteringsordning vid behandling mot bröst och regionala lymfkörtlar

Prioritet	Volym	Endpoint	Restriktion
1	CTVT_50 / PTV_66	Lokal tumörkontroll	$V_{95\%} = 100\%$ (undantag ytligt belägen min-dos). $D_{medel} \geq 100\%$
	PTV_50 vid lobulär respektive multifokal cancer (ev. neoadjuvant cyt) (17)	Lokal tumörkontroll	PTV prioriteras i dessa fall högre än riskorganen. $D_{98\%} \geq 93\%$ (undantag ytligt belägen min-dos)
2	Heart	Hjärtmorbidityt inom 20 år	Hjärt dosen ska minimeras men viss hjärtbelastning tillåts enligt nedan: - Maximal hjärtdistans, MHD, ≤ 1 cm vid tangentiell bestrålning - $D_{medel} < 10\%$ (riktvärde 4%)
3	Lung	Pneumonit	Begränsa dosen till samsidig lunga enl.* - Maximal lungdistans, MLD, ≤ 3 cm vid tangentiell bestrålning. - $V_{40\%} \leq 35\%$ (riktvärde 20%) - $D_{medel} \leq 40\%$ (riktvärde 20%)
4	PTV_50	Lokal tumörkontroll	$D_{98\%} \geq 93\%$ (undantag ytligt belägen min-dos) $V_{105\%} \leq 20\%$ (riktvärde 10%) För att reducera dosen till riskorganen ned mot riktvärden (hjärta /lunga) kan man i vissa fall acceptera $V_{93\%} > 90\%$. Hänsyn ska tas till CTVT_50:s läge i förhållande till riskorganen. Området med lägre dos bör placeras på största möjliga avstånd från CTVT_50.
5	Breast_R alt. Breast_L	Sekundär cancer	Begränsa dosen. I vissa fall kan man dock acceptera visst överslag för att reducera dosen till riskorganen ned mot riktvärden.
6	Esophagus		Begränsa dosen
7	SpinalCord		$D_{max} < 40\%$
8	Body		$V_{110\%}$ bör vara $< 1 \text{ cm}^3$

*Anm. dosgränser till lunga gäller vid behandling av en sida. Vid samtidig bilateral behandling bör dosen till respektive lunga vara lägre än ovan angivna värden.

4. Strålbehandling mot bröstorgsvägg och regionala lymfkörtlar efter modifierad radikal mastectomi st II och III.

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. För att undvika onödigt mycket dos till lunga är det en fördel om patienten kan ligga plant. Se exempel på bröstbrädor i figur 3.

Datortomografi

CT-undersökning med snittavstånd max 3 mm. Hela lungvolymen skall inkluderas för korrekt beräkning av dos-volym histogram. Området där bröstet suttit palperas och markeras med röntgentät tråd vid CT-undersökningen. Tråden ska sättas med båda armarna placerade uppåt/utåt då kontralaterala bröstets läge kommer att variera med armens position. Ärret på thoraxväggen markeras.

Targetvolym

GTV	I de fall operationen ej varit radikal och kvarvarande manifest tumör föreligger i bröstorgsvägg, axill eller fossa supraclavikulare kan en GTV definieras. Denna volym definieras individuellt utifrån omständigheterna.
CTV_50	Bröstorgsväggen motsvarande platsen där bröstet suttit, se Appendix 2. Att rita CTV_50 är ej obligatoriskt
CTVN_50	Lymfkörtelstationer samsidigt i axill nivå III samt fossa supraclavikulare, se Appendix 2. Att rita CTVN_50 är ej obligatoriskt.
PTV_50	PTV_50 enligt mallen motsvarar CTV_50 + CTVN_50 med marginal, 5–10 mm beroende på lokalisation. Lymfkörtelstationer: För att spara normalvävnad och med tanke på den låga risken för recidiv har PTV modifierats vid vissa körtelnivåer (14). Axillnivå II inkluderas som marginal till nivå III. Ringa marginal till level II för att spara axelled och mjukvävnader runt denna. Bakre triangeln av fossa supra clav ingår ej i PTV_50, detta för att möjliggöra framåtviktning av fossafältet.

4. Strålbehandling mot bröstorgsvägg och regionala lymfkörtlar efter modifierad radikal mastectomi

Level I ritas ej in i PTV_50. Med dagens teknik beräknas ändå cirka 80% av level I täckas av de tangentiella strålfälten, men för att täcka hela level I skulle väsentligt större lungvolym bestrålas. Marginalen till mediala fossa supraclav har också begränsats, detta för att spara esofagus.

Thoraxväggen	CTV_50 med marginal, 5 – 10 mm beroende på lokalisation. PTV_50 går 5 mm innanför huden och med begränsning mot lungan mitt i revbenen. (PTV ligger ytligare i anslutning till mastectomiärrret, men detta behöver ej beaktas vid ritningen). Kranialt i volymen dorsal begränsning 1 cm dorsalt om m. pectoralis majors ventralkant. Medial gräns max. till sternums lateralkant.								
Lymfkörtelstationer (15,16)	<table><tr><td>Medial gräns</td><td>5 mm lateralt om trachea. Från sternoclavikularledens kaudalkant går gränsen snett lateralt – kaudalt tills den når kaudalgränsen eller oftare övergår i thoraxväggstarget.</td></tr><tr><td>Lateral gräns</td><td>Laterala kanten av musculus pectoralis minor. Kranialt utgöres lateralgränsen av axelledkapselns mediala begränsning.</td></tr><tr><td>Kranial gräns</td><td>Medialt ligger gränsen 2 cm kranialt om mediala nyckelbensänden. Gränsen följer därefter nyckelbenet kranialt – lateralt med ett avstånd på 2 cm (mätt vinkelrät mot nyckelbenet på översiktsbild). Detta motsvarar ca 3 cm mätt i transversalsnitt. Lateralt är det acromioclavikularledens kaudala begränsning som utgör gräns.</td></tr><tr><td>Kaudal gräns</td><td>Där fettspatiet dorsalt/medialt om musculus pectoralis minor upphör</td></tr></table>	Medial gräns	5 mm lateralt om trachea. Från sternoclavikularledens kaudalkant går gränsen snett lateralt – kaudalt tills den når kaudalgränsen eller oftare övergår i thoraxväggstarget.	Lateral gräns	Laterala kanten av musculus pectoralis minor. Kranialt utgöres lateralgränsen av axelledkapselns mediala begränsning.	Kranial gräns	Medialt ligger gränsen 2 cm kranialt om mediala nyckelbensänden. Gränsen följer därefter nyckelbenet kranialt – lateralt med ett avstånd på 2 cm (mätt vinkelrät mot nyckelbenet på översiktsbild). Detta motsvarar ca 3 cm mätt i transversalsnitt. Lateralt är det acromioclavikularledens kaudala begränsning som utgör gräns.	Kaudal gräns	Där fettspatiet dorsalt/medialt om musculus pectoralis minor upphör
Medial gräns	5 mm lateralt om trachea. Från sternoclavikularledens kaudalkant går gränsen snett lateralt – kaudalt tills den når kaudalgränsen eller oftare övergår i thoraxväggstarget.								
Lateral gräns	Laterala kanten av musculus pectoralis minor. Kranialt utgöres lateralgränsen av axelledkapselns mediala begränsning.								
Kranial gräns	Medialt ligger gränsen 2 cm kranialt om mediala nyckelbensänden. Gränsen följer därefter nyckelbenet kranialt – lateralt med ett avstånd på 2 cm (mätt vinkelrät mot nyckelbenet på översiktsbild). Detta motsvarar ca 3 cm mätt i transversalsnitt. Lateralt är det acromioclavikularledens kaudala begränsning som utgör gräns.								
Kaudal gräns	Där fettspatiet dorsalt/medialt om musculus pectoralis minor upphör								

4. Strålbehandling mot bröstorgsvägg och regionala lymfkörtlar efter modifierad radikal mastectomi

vid muskelns infästning i revbenen.

Ventral gräns 5 mm under hudytan medialt (för att spara hud och underlätta dosutvärdering). Lateralt går gränsen i musculus pectoralis major.

Dorsal gräns ½ AP-måttet i axilltopp nivå. Längre ventralt i fossa scl.

Om CTV_50 och ev. även separat CTVN ritats enligt CTV-mallen skapas PTV_50 utifrån dessa enligt lokal rutin

CTVT_50 Området motsvarande där tumören suttit i bröstet, med minst 1 cm marginal, ritas ut separat med ledning av mammografisvar och operationsberättelsen samt eventuella clips. Inkluderar GTV om sådan finns i bröstorgsväggen.

PTVT_66 GTV med 5-10 mm marginal. Kan överensstämma med CTVT_50 med marginal om GTV finns i bröstorgsväggen.

Riskorgan

Heart Hjärtat definieras som hjärtats ytterkontur, inklusive de stora kärlen, upp till och med aorta ascendens början där kranskärlsavgångarna finns (5-8)
(Ej obligatoriskt vid högersidig behandling)

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 Lungvolymen definieras som hela samsidiga lungan, ej hilusstrukturer (5, 10,11)

SpinalCord Medulla spinalis

Breast_R alt.

Breast_L kontralaterala bröstet. (ej obligatoriskt att rita)

Esophagus (ej obligatoriskt att rita)

Dosering/ fraktionering

50 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar/vecka mot PTV_50.

Boost:

Ytterligare 16 Gy, 2 Gy/dag, 5 dagar/vecka mot PTVT_66 (summa 66 Gy på 33 fraktioner)

Absorberad dos specificeras till en representativ punkt mitt i volymen alternativt till medeldos eller mediansdos i PTV_50 respektive PTVT_66.

Teknik

Volymen delas upp i en kraniell och en kaudal behandlingsvolym 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. Behandlingen mot den kaudala delen, bröstorgsväggen, bör ges med två tangentiellt ställda strålfält, oftast 6MV. Strålfälten anpassas till PTV och riskorgan med lämpligt val av gantryvinkel, kollimatorvinkel och avskärmning. För att erhålla låg lungdos bör skarven mellan den kraniella och kaudala delen placeras så långt kranieellt som möjligt. Risken för heterogen dosfördelning, speciellt underdosering, i skarvområdet ska beaktas. Eventuellt flyttas skarvens läge efter halva behandlingen, alternativt kan planering ske med visst överlapp i skarven.

På mastectomiärret används bolus med 3 cm marginal i alla riktningar, dock ej över medellinjen.

Bolus läggs inte på ärr utanför thoraxväggstarget utan speciella skäl.

Behandling mot boostvolymen, PTVT_66, ges med fotonfält, elektronfält eller brachyterapi beroende på lokalisering.

Verifikation

Fältverifikation och kontrollbilder av positionering tas enligt lokal rutin. Kontroll av positionering sker minst vid behandlingens start, ytterligare en gång samt vid behov. Toleransen för positionsavvikelser beror till stor del på lokala rutiner, men bör ej överstiga 5 mm.

Då utveckling av nya tekniker för positionering pågår, kommer detta att beaktas i nästa version av riktlinjerna. Gruppen strävar efter mer enhetlighet inom verifikationsområdet på sikt.

Dosimetrisk verifikation utförs i enlighet med klinikens gängse rutiner.

Tabell 3. Dosfördelning / prioriteringsordning vid behandling mot bröstkorgsvägg och regionala lymfkörtlar.

Prioritet	Volym	Endpoint	Restriktion
1	CTVT_50 / PTV_66	Lokal tumörkontroll	$V_{95\%} = 100\%$ (undantag ytligt belägen min-dos). $D_{medel} \geq 100\%$
	PTV_50 vid lobulär respektive multifokal cancer (17)	Lokal tumörkontroll	PTV prioriteras i dessa fall högre än riskorganen. $D_{98\%} \geq 93\%$ (undantag ytligt belägen min-dos)
2	Heart	Hjärtmorbidityt inom 20 år	Hjärt dosen ska minimeras men viss hjärtbelastning tillåts enligt nedan: - Maximal hjärtdistans, MHD, ≤ 1 cm vid tangentiell bestrålning - $D_{medel} < 10\%$ (riktvärde 4%)
3	Lung	Pneumonit	Begränsa dosen till samsidig lunga enl.* - Maximal lungdistans, MLD, ≤ 3 cm vid tangentiell bestrålning. - $V_{40\%} \leq 35\%$ (riktvärde 20 %) - $D_{medel} \leq 40\%$ (riktvärde 20 %)
4	PTV_50	Lokal tumörkontroll	$D_{98\%} \geq 93\%$ (undantag ytligt belägen min-dos) $V_{105\%} \leq 20\%$ (riktvärde 10 %) För att reducera dosen till riskorganen ned mot riktvärden (hjärta /lunga) kan man i vissa fall acceptera $V_{93\%} > 90\%$. Hänsyn ska tas till CTVT_50:s läge i förhållande till riskorganen. Området med lägre dos bör placeras på största möjliga avstånd från CTVT_50.
5	Breast_R alt. Breast_L	Sekundär cancer	Begränsa dosen. I vissa fall kan man dock acceptera visst överslag för att reducera dosen till riskorganen ned mot riktvärden.
6	Esophagus		Begränsa dosen
7	SpinalCord		$D_{max} < 40\%$
8	Body		$V_{110\%}$ bör vara $< 1 \text{ cm}^3$

*Anm. dosgränser till lunga gäller vid behandling av en sida. Vid samtidig bilateral behandling bör dosen till respektive lunga vara lägre än ovan angivna värden.

Referenser:

1. Bröstcancer, Nationellt vårdprogram, SweBCG. <http://swebcg.se>.
2. Journal of ICRU report no 83. 2010.
3. Santanam L, Hurkmans C, Mutic S, van Vliet-Vroegindeweij C, Brame S, Straube W, et al. Standardizing naming conventions in radiation oncology. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2012 Jul 15;83(4):1344-9.
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, Lagendijk 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.