



## Metodevarsel

### 1. Status og oppsummering

#### Magnetisk resonans (MR)-veiledet stråleterapi (MRgRT) til behandling av kreft

##### 1.1 Oppsummering

Metoden omhandler bruk av MR for å veilede stråleterapi for kreft i sanntid, slik at behandler kan «se» svulsten og tilpasse strålingen mens pasienten behandles. MRgRT kan brukes ved flere ulike typer kreft, inkludert prostatakreft, lungekreft og pankreaskreft. Metoden skal gi mer nøyaktig strålefelt og bedre treffsikkerhet for strålebehandlingen. Vi har identifisert fire metodevurderinger, hvorav én publisert i 2025 (Irland) og flere systematiske oversikter, men alle virker hovedsakelig å være baserte på ikke-randomiserte kontrollerte studier.

**Populasjon:** Personer med kreft, som har behov for stråleterapi

**Komparator:** standard behandling, f.eks. CT-veiledet stråleterapi (CTgRT)

**Intervensjon:** MR-veiledet stråleterapi (MRgRT)

**Utfall:** tumorstørrelse, overlevelse, progresjonsfri overlevelse, toksisitet, uønskede hendelser, behandlingstid, respons, remisjon, tilbakefall, antall strålebehandlinger

**Forslag til fagekspert:** onkologer, radiografer, medisinske fysikere,

##### 1.2 Metodetype

Medisinsk utstyr, diagnostikk og tester

##### 1.3 Fagområde

###### Kreftsykdommer

F.eks., prostata, lunge, lever, pankreas, bryst, lymfeknuter, og rektum.

##### 1.4 Tagger/søkeord

- Tilhørende diagnostikk
- Genterapi
- Medisinsk stråling
- Vaksine
- Kunstig intelligens

##### 1.5 Status for godkjenning

- Markedsføringstillatelse
- FDA godkjenning
- CE-merking

###### Kommentar:

CE-merket klasse IIb

##### 1.6 Finansieringsansvar

- Spesialisthelsetjenesten
- Folketrygd
- Kommune
- Annet

##### 1.7 Status for bruk

- Under utvikling
- Under innføring
- Revurdering
- Kommentar:**
- Brukes i Norge
- Brukes i EU/EØS
- Ny/endret indikasjon
- Ny/endret metode

##### 1.8 Bestillingsanbefaling

- 1:**  Fullstendig metodevurdering
- Effekt
- Helseøkonomi
- Etikk
- Sikkerhet
- Organisasjon
- Jus

- 2:**  Metodevurdering basert på innsendt dokumentasjon fra produsent/leverandør

- 3:**  Metodevurdering uten innsendt dokumentasjon, med forenklet metodisk tilnærming
- A:  Effekt, sikkerhet og helseøkonomi
- B:  Effekt og sikkerhet
- C:  Helseøkonomi
- D:  Kartleggingsoversikt

**Kommentar:** Det virker mest hensiktsmessig å gjøre en kartleggingsoversikt (tilsvarende som i oppdrag ID2022\_076 om Fotontellende CT), der dokumentasjonsgrunnlaget for MRgRT kartlegges for ulike typer kreft. I kartleggingen bør det også inngå en enklere helseøkonomisk vurdering av metoden (f.eks. budsjettkonsekvensanalyse), samt egne kapitler om organisatoriske aspekter og strålevern.

## 2. Punktoppsummering

### Magnetisk resonans (MR)-veiledet stråleterapi (MRgRT) til behandling av kreft

#### 2.1 Om metoden

- Metoden MR-veiledet stråleterapi (MRgRT) går ut på at å bruke MR for å veilede stråleterapi for kreft i sanntid, slik at behandler kan «se» svulsten og tilpasse strålingen mens pasienten behandles.
- Vi har identifisert tre ulike MRgRT-systemer som er CE-merket, hvorav Elektra Unity (Elektra AB, Sverige) og MRIdian A3i (Viewray Systems Inc., USA) virker å være i mest utstrakt bruk.
- MRgRT kan brukes ved flere ulike krefttyper, inkludert prostatakreft, lungekreft og pankreaskreft.
- Nytt: metoden skal gi bedre visualisering i bløtvev og bedre avgrensning av tumor, som igjen skal gi mer nøyaktig strålefelt og bedre treffsikkerhet.
- Risiko: metoden kan ha utfordringer med artefakter og bildeforvringning, og ha redusert mulighet for rotasjonsbehandling, og bruker lengre tid enn nåværende behandling.
- Dagens strålebehandling benytter CT.
- Ca. halvparten av alle kreftpasienter mottar stråleterapi som en del av sin kreftbehandling.

#### 2.2 Om dokumentasjonsgrunnlaget

- Metodevurderinger: vi har identifisert fire metodevurderinger om omhandler MRgRT ved ulike typer kreft, fra Canada (2019), Sverige (2020), Singapore (2022) og Irland (2025).
- Systematiske oversikter (SR): vi har identifisert flere systematiske oversikter som omhandler MRgRT ved ulike typer kreft:
  - Prostatakreft: 4 SR, pankreaskreft: 2 SR, lungekreft: 1 SR, og hjernekreft: 1 SR
- De fleste studiene som disse metodevurderingene og systematiske oversiktene er basert på, er ikke-randomiserte kontrollerte studier.
- Vi har identifisert flere pågående RCT-studier som omhandler MRgRT ved ulike typer kreft, estimert ferdigstilt 2026-2034

#### 2.3 Om helseøkonomi

- Vi fant ikke offentlig tilgjengelige priser for MR-veiledede stråleterapisystemer (MRgRT).
- Tilgjengelig informasjon tilsier at investeringskostnadene er høye og omfatter kostnader knyttet til innkjøp/leie av MR-linac, installasjon, ombygging av fasiliteter, service- og driftsavtaler, samt opplæring av personell.
- Den svenske metodevurderingen anslo investeringskostnaden for en MR-Linac til ca. 50 millioner SEK, sammenlignet med 25 millioner SEK for dagens standard linac (ekskl. bygningsendringer). Ifølge analysen, krever MRgRT ekstra bemanning: én onkolog, én fysiker og én spesialsykepleier i tillegg til eksisterende personale. Behandlingsøktene er lengre enn med dagens teknikk, noe som påvirker kapasitet og kostnad per pasient.

#### 2.4 Om bestillingsanbefaling

- Ideelt sett virker metoden å egne seg for fullstendig metodevurdering, ettersom: 1) metoden virker å være ny, og ikke innført i Norge, 2) metoden er ikke tidligere vurdert i Nye metoder-systemet, 3) metoden kan bidra til bedret behandling, men virker å være mer ressurskrevende, både med tanke på personell, tid og kostnader, enn standard behandling, og 4) det finnes flere produsenter av MRgRT som har CE-merking.
- Det virker imidlertid mer hensiktsmessig å gjøre en kartleggingsoversikt (tilsvarende som i oppdrag ID2022\_076 om Fotontellende CT), da MRgRT kan benyttes ved en rekke ulike krefttyper. Ved å kartlegge dokumentasjonen ved ulike typer kreft, kan det gis et bredere oversiktsbilde av metoden.

### 3. Beskrivelse av metoden

#### Magnetisk resonans (MR)-veiledet stråleterapi (MRgRT) til behandling av kreft

Generisk navn	Stråleterapi med magnetisk resonansveiledning
Produktnavn	Elektra Unity MR-linac, MagnetTx Aurora-RT, MRIdian A3i
Produsenter	Elektra AB (Sverige), MagnetTx Oncology Solutions (Canada), ViewRay Systems (USA)

#### 3.1 Beskrivelse av metoden

<b>Status og prinsipp for metode</b>	<p>Metoden omhandler bruk av magnetisk resonans (MR) som veiledning til stråleterapi for behandling av kreft (MR-guided radiotherapy; MRgRT). Metodeprinsippet går ut på at MR brukes for å veilede stråleterapien i sanntid, slik at behandler kan «se» svulsten og tilpasse strålingen mens pasienten behandles.</p> <p>Vi har identifisert tre ulike MRgRT-systemer: Elektra Unity MR-linac (Elektra AB, Sverige) [1], MagnetTx Aurora-RT (MagnetTx Oncology Solutions, Canada) [2], og MRIdian A3i (ViewRay Systems, USA) [3], som alle er CE-merket klasse IIb. Alle systemene inkorporerer en lineær akselerator (linac) strålekilde, men ser ut til å variere noe med hensyn på bl.a. magnetfeltstyrke, bildekvalitet, og behandlingstid. De tre systemene er forsøkt oppsummert og sammenliknet ved hjelp av ChatGPT i <i>Tabell 1</i>.</p> <p>Både Aurora-RT og MRIdian A3i er begge indisert for «behandling av lesjoner, tumorer og tilstander overalt i kroppen hvor stråleterapi er indisert» [4, 5]. ViewRay Systems oppgir imidlertid på sine nettsider at MRIdian A3i har vært brukt/brukes til behandling av prostatakreft, pankreaskreft, lungekreft, leverkreft, brystkreft og oligometastatisk kreft (dvs. kreft som har metastasert til <math>\leq 5</math> steder) [6]. Med hensyn på Elektra Unity, oppgir produsent på sine nettsider at systemet brukes til å behandle over 40 ulike indikasjoner, inkludert kreft i prostata, lever, pankreas, rektum og lymfeknuder, samt metastaser [7].</p> <p>Av de tre oppgitte systemene, virker det som om Elektra Unity og MRIdian A3i er i mest utstrakt bruk. I 2023 gikk Viewray Inc. konkurs, og all bruk av kjøpt utstyr ble stanset [8]. Ifølge ChatGPT ble et nytt firma: Viewray Systems Inc. dannet i 2024, og tok over alle eiendeler fra det gamle Viewray-firmaet.</p> <p>Ifølge Sykehusinnkjøp er ikke metoden etablert i Norge, og det finnes ikke avtaler eller kommende anskaffelser på dette utstyret per i dag.</p>
<b>Potensiell nytte</b>	<p>Det er oppgitt å være flere fordeler med MRgRT-behandling fremfor stråleterapi med annen form for bildeveiledning [9]:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Bedre visualisering i bløtvev uten kontrastmiddel [9].</li><li>2) Bedre avgrensning av tumor (målvolum), som gir mer nøyaktig strålefelt og bedre treffsikkerhet. Mer presis stråling gjør at man kan gi en høyere stråledose, som potensielt kan gi bedre tumorkontroll uten å gi tilsvarende økning i bivirkninger [7, 9].</li><li>3) Bedre håndtering av bevegelse i kroppen under behandling (f.eks. pusting, tarmbevegelse, osv), hvilket gir mindre marginer rundt tumor som kan bety mer presis behandling i dynamiske organer [9].</li><li>4) Responsstyrt behandling, som kan tilpasses både underveis og over tid, bl.a. gjennom påvisning av volumendringer og signalendringer i vev [9].</li><li>5) Pga. sanntidsmonitorering behøves det ikke røntgentette implantater («fiducial») for å markere og gjøre tumoren mer synlig [9].</li></ol>

	<p>6) Begrenset tilleggsstråling ettersom MR ikke benytter ioniserende stråling [9]. Dette vil a) være gunstig for bl.a. barn og yngre pasienter, og b) gi mulighet for hyppigere og kontinuerlig avbildning, både før og under strålebehandling [9].</p>
<b>Sikkerhetsaspekter og risikoforhold</b>	<p>Som ved annen stråleterapi kan det oppstå strålerelaterte bivirkninger og uønskede hendelser under og etter behandling. Det virker likevel ikke som om MR-delen av metoden utgjør en større sikkerhetsrisiko. På grunn av det sterke magnetfeltet er det likevel ikke alle som kan benytte MR, f.eks. personer med pacemakere. Noen vil også kunne oppleve klaustrofobi og ubehag under MRgRT. I tillegg kan det være utfordringer/problemer med artefakter og bildeforvrengning, som kan påvirke nøyaktigheten av tumoravgrensning og presisjon av stråledose [10]. Det er også beskrevet begrensninger med hensyn på behandlingsplanlegging, inkludert redusert mulighet for rotasjonsbehandling (<i>arc therapy</i>), mindre fleksibilitet i stråleforming (kollimering) og færre tilgjengelige strålevinkler, noe som kan påvirke optimalisering av dosefordeling [10]. MRgRT tar også lengre tid enn stråleterapi med annen form for bildeveiledning, hvilket kan føre til økt ventetid og større press på ressursene.</p>
<b>Sykdomsbeskrivelse og pasientgrunnlag</b>	<p>Kreft er en samlebetegnelse på sykdommer med ukontrollerbar celledeling, og kan oppstå i alle kroppens celler og organer [11]. Det finnes flere risikofaktorer for kreftutvikling, inkludert høy alder, livsstil (som f.eks. røyking), og genetikk [11]. Behandling kan inkludere kirurgi, cellegift, immunterapi og/eller strålebehandling, og tilpasses for hver pasient og krefttype [12].</p> <p>Som tidligere nevnt er MRgRT indisert for flere ulike typer tilstander der stråleterapi er indisert, inkludert ulike typer kreft, og dette kan potensielt utgjøre en veldig stor populasjon. Per 31. desember 2024 var det totalt 347 867 personer som levde med kreft i Norge [13]. Med hensyn på de spesifikke krefttypene som er behandlet med MRgRT, var prevalensen i Norge ved utgangen av 2024 som følger: 1) leverkreft: 946, 2) pankreaskreft: 1 872, 3) lungekreft: 12 118, 4) rektum: 14 930, 5) brystkreft: 61 204, og 6) prostatakreft: 65 858 [13]. Ifølge Kreftforeningen vil ca. halvparten av alle kreftpasienter motta stråleterapi som en del av sin kreftbehandling [14].</p>
<b>Dagens behandling</b>	<p>Det virker som om dagens strålebehandling i stor grad gjennomføres med computertomografi (CT), der røntgenstråler brukes for å utvikle en individuelt tilpasset behandlingsplan i forkant av stråleterapien [15-17].</p>
<b>Helseøkonomi</b>	<p>Vi har ikke funnet offentlig tilegnelige priser for noen av MRgRT-systemer, men forventer at eventuell innføring er forbundet med betydelige investeringskostnader omfattende innkjøp/leie av MR-veiledede linac-systemer, installasjonskostnader, eventuelle ombygningskostnader, service- og driftsavtaler samt opplæringskostnader.</p> <p>En evaluering av kostnader forbundet med MRgRT var utført som del av den svenske metodevurderingen [18]. Investeringskostnaden for en lineær akselerator med integrert MR (MR-Linac) ble anslått til 50 millioner SEK, sammenlignet med 25 millioner SEK for den nåværende akseleratoren for strålebehandling (eksklusive potensielle kostnader knyttet til endringer i fasiliteter). Videre krever MRgRT ekstra personale (i tillegg til nåværende personale, én onkolog, én fysiker og én spesialsykepleier) og 3–4 ganger lengre behandlingstider sammenlignet med dagens teknikk. Kostnaden per behandling avhenger av antall pasienter som behandles per år. Forutsatt MRgRT-behandling av 40 pasienter årlig, er den ekstra kostnaden per behandlingstid med MR-Linac omtrent 7000 SEK, og omtrent 95 000 SEK per pasient, som er omtrent 2–2,5 ganger høyere enn med den nåværende Linac-en.</p>

Tabell 1: Sammenlikning av tre MRgRT-systemer, laget ved hjelp av ChatGPT

Egenskap	Elekta Unity	MRIdian (A3i)	Aurora-RT
Produsent	Elekta	ViewRay Systems	MagnetTx Oncology Systems
CE-merking	Ja	Ja	Ja (produsentoppgitt)
Magnetfeltstyrke	1,5 Tesla (høyfelt)	0,35 Tesla (lavfelt)	~0,5–1,0 Tesla (rapportert)
MR-bildekvalitet	Nær diagnostisk kvalitet, høy signal-til-støy	Lavere signal-til-støy, men egnet for sporing	Utført for balansert avbildning og behandlingsgeometri
Linak-type	Konvensjonell linak integrert med MR	Linak integrert med MR	Linak integrert med roterende MR
Sanntidsavbildning under behandling	Ja	Ja	Ja
Bevegelseshåndtering	Avansert (sporing og adaptiv tilpasning)	Sterk sanntids gating og sporing	Oppgitt sanntidssporing (begrenset publisert dokumentasjon)
Adaptiv stråleterapi	Full online adaptiv (ATP/ATS)	Online adaptiv (veletablert)	Adaptive løsninger (tidlig fase)
Arbeidsflyt / behandlingsprinsipp	Bildebasert presisjon, adaptiv behandling per fraksjon	Sporings- og gatingbasert tilnærming	Designet for kontinuerlig avbildning og enklere geometri
Behandlingstid (typisk)	~20–45 min	Oftest ~30–60 min i praksis	Ikke godt dokumentert
Geometri / design	Lukket MR-bore	Lukket MR-bore	Åpen / roterende magnetdesign
Klinisk modenhet	Høy (bred innføring i Europa)	Moderat (etablert, men mindre utbredt)	Tidlig fase
Installert base	Flere titalls systemer globalt	Flere titalls systemer	Svært begrenset
Kunstig intelligens	Ja; Moden bruk til auto-segmentering, planlegging og workflow-støtte (særlig i adaptiv RT)	Ja; Begrenset/moderat KI-bruk; mer fokus på MR-sporing og sanntids gating enn AI-basert planlegging	Ja; Tidligfase; KI lite dokumentert og primært utviklings-/potensialfokus
<b>Oppsummert</b>			
<b>Hovedstyrke</b>	Svært god bildekvalitet og forskningsgrunnlag	Effektiv sanntidssporing og gating	Innovativt design (potensielle fordeler)
<b>Hovedbegrensning</b>	Kompleks arbeidsflyt, kostnad	Lavere MR-bildekvalitet enn Unity	Begrenset klinisk dokumentasjon

ATP: Adapt to Position, ATS: Adapt to Shape, linak: lineær akselerator, MR: magnetisk resonans

## 4. Dokumentasjonsgrunnlag

### Magnetisk resonans (MR)-veiledet stråleterapi (MRgRT) til behandling av kreft

#### 4.1 Relevante og sentrale kliniske studier

På nettsidene til Elektra Unity, er det henvist til et større antall publikasjoner som omhandler MRgRT, inndelt etter følgende tema:

- Workflow and usability bibliography [19]
- Overview and technical publications bibliography [20]
- Biology-guided radiation therapy [21]
- Clinical indications bibliography [22]

Vi har ikke funnet tilsvarende oversikt over kliniske studier og publikasjoner på nettsidene til hverken MRIdian A3i eller Aurora-RT.

#### 4.2 Pågående kliniske studier

Populasjon (n=antall deltakere)	Intervensjon	Kontrollgruppe	Hovedutfallsmål	Studienummer, studietype	Tidsperspektiv resultater
Strupekreft, ≥18 år, n=105	Arm 1: MRgSABR Arm 2: transoral CO <sub>2</sub> -laser mikrokirurgi Arm 3: standard ståleterapi		Andel uten lokalt tumorresidiv	<a href="#">NCT07391345</a> RCT	Estimert slutt: 2034 Status: <i>recruiting</i> Litauen
Kreft i thorax* (nær hjertet), >18 år, n=60	MRg adaptiv-RT	Linak-stråleterapi	Endring i LVEF	<a href="#">NCT07132918</a> RCT	Estimert slutt: 2029 Status: <i>recruiting</i> USA
Oligometastatisk kreft kolorektalt, gastrointestinalt, bryst, lunge (NSCLC), nyre, eller gynekologisk†, ≥18 år, n=30	MRgSABR (linak)	Standard SABR	Lokal responsrate	<a href="#">NCT06604533</a> RCT	Estimert slutt: 2030 Status: <i>recruiting</i> Australia
Lungekreft (NSCLC) med metastaser til hjernen, 18-75 år, n=168	MRgSRT	Standard SRT	Insidensrate for strålingsrelatert hjernenekrose	<a href="#">NCT06582940</a> RCT	Estimert slutt: 2026 Status: <i>recruiting</i> Kina
Lokalavansert pankreaskreft med tidligere spesifisert behandling, ≥18 år, n=150	MRgRT	Standard behandling	Helserelatert livskvalitet, med forverringsfri overlevelse	<a href="#">NCT06272162</a> RCT	Estimert slutt: 2030 Status: <i>not yet recruiting</i> Nederland
Kreft metastasert til ryggrad, ≥18 år, n=40	SRSS med MR linak maskin (dvs MRgRT?)	SRSS med standard maskin	M. D. Anderson Symptom Inventory - Spine Tumor (MDASI-SP)	<a href="#">NCT05709782</a> RCT	Estimert slutt: 2026 Status: <i>recruiting</i> USA
Ikke lokalavansert eller metastatisk pankreaskreft eller adenoskvamøst karsinom, tidligere behandling, ≥18 år, n=267	MRIdian SMART + kjemoterapi induksjon	Kjemoterapi induksjon	Totaloverlevelse	<a href="#">NCT05585554</a> RCT	Estimert slutt: 2028 Status: <i>not yet recruiting</i> Sponsor: Viewray inc
Lokalisert prostatakreft, ≥18 år, n=320	Adaptiv SBRT, muligens med MRgRT	Ikke-adaptiv SBRT, muligens med MRgRT	Endringer i pasientrapportering mhp urindomenet i The Expanded Prostate Cancer Index Composite - spørreskjema	<a href="#">NCT06825091</a> RCT	Estimert slutt: 2030 Status: <i>recruiting</i> Canada

**Linak:** lineær akselerator, **LVEF:** left ventricular ejection fraction, **MRgRT:** MR-guided radiotherapy, **NSCLC:** non-small cell lung cancer, **SABR:** stereotactic ablative radiotherapy, **SBRT:** stereotactic body radiotherapy, **SRSS:** spinal stereotactic radiosurgery (dvs stråleterapi rundt ryggrad), **SRT:** stereotactic radiotherapy.

\*Kref i thorax: f.eks. lungekreft (NSCLC), kreft i spiserør og/eller mage., thymom, thymuskarsinom, etc.

†Kref med spredning: maksimalt 5 metastatiske lesjoner til maksimalt 2 ulike organsystemer

### 4.3 Metodevurderinger og –varsel

#### Metodevurdering - nasjonalt/lokalt -

Vi har ikke identifisert noen pågående eller ferdigstilte nasjonale eller lokale metodevurderinger som omhandler MRgTR. Det er imidlertid gjennomført én nasjonal metodevurdering som omhandler MR-veiledet behandling, men da sammen med høy-intensitet fokusert ultralyd ved essensiell tremor (ID2016\_007/ID2023\_047) [23].

#### Metodevurdering / systematiske oversikt - internasjonalt -

##### Metodevurderinger

Vi har identifisert fire metodevurderinger som omhandler MRgRT ved ulike typer kreft, fra henholdsvis Canada [24], Sverige [18], Singapore [25], og Irland [26]. I metodevurderingen (*Rapid Response Report*) fra Canada (2019) ble det kun inkludert én ikke-randomisert, retrospektiv matchet-komparator-studie fra 2018 som omhandlet MRgRT-behandling av personer med lungekreft [24]. Metodevurderingen fra Sverige (2020) omhandlet MRgRT for pasienter med kreft i hals og hode, thorax, abdomen, og bekken, og inkluderte 22 kassusier (totalt 806 pasienter) [18]. Metodevurderingen fra Singapore (*Technology Guidance*, 2022) gir kun en kort oppsummering, men virker å ha tatt utgangspunkt i to HTA-er fra henholdsvis Australia og Canada, samt 16 primærstudier (hovedsakelig observasjonsstudier uten kontrollgruppe), i ulike kreftformer [25]. Metodevurderingen fra Irland (2025) identifiserte 136 primærstudier som omhandlet ulike typer kreft, hvorav 6 inkluderte en relevant komparator (kun én RCT om prostatakreft) [26]. De tre eldste metodevurderingene (2019-2022) konkluderte alle med at dokumentasjonsgrunnlaget var svært begrenset og svakt [18, 24, 25], og i sin vurdering fra 2022 anbefalte Agency for Care Effectiveness i Singapore *ikke* å subsidiere metoden for pasienter med kreft [25]. I den nyeste metodevurderingen fra Irland (2025) derimot, konkluderer forfatterne at klinisk bruk av metoden kan rettferdiggjøres selv med veldig lav tiltro til resultatene i studiene, da veiledningssystemet ikke bruker ioniserende stråling og det ikke er identifisert noen sikkerhetsrisiko i litteraturen [26].

##### Systematiske oversikter

I et enkelt søk har vi identifisert flere systematiske oversikter som omhandler bruk av MRgRT til behandling av ulike typer kreft:

*Prostatakreft:* vi har identifisert fire systematiske oversikter publisert i perioden 2024-2025 [27-30]. Coc et al (2025) har fokusert på å beskrive faktorer som øker behandlingsnøyaktighet ved strålebehandling av prostatakreft, deriblant MRgRT, og har inkludert 79 studier [27]. Szablewska (2025) og Dornich (2024) har begge fokusert på å beskrive effekt og sikkerhet ved MRgRT, og har inkludert henholdsvis 12 (hvorav to RCT-er) og 8 (hvorav 1 RCT) studier [28, 29]. Westerhoff (2024) er den eneste av disse fire oversiktene som også er en metaanalyse, og har fokusert på pasientrapporterte utfallsmål ved MRgRT (n=12 studier hvorav én RCT) [30].

*Pankreaskreft:* vi har identifisert to systematiske oversikter publisert i perioden 2023-2024 [30, 31]. Begge oversiktene har fokusert på MRgRT og beskrevet data på blant annet overlevelse, progresjonsfri overlevelse, tumorrespons og/eller toksisitet [31, 32]. Mens van Vliembergen (2023) inkluderte fire studier (ingen RCT), inkluderte Shouman (2024) 31 studier (ingen RCT) [31, 32].

	<p><i>Lungekreft:</i> vi har identifisert én systematisk oversikt (2026), som omhandler kliniske erfaringer med MRgRT, og presenterer bl.a. data på overlevelse og toksisitet, basert på 19 studier (ingen RCT) [33].</p> <p><i>Hjernekreft:</i> vi har identifisert én systematisk oversikt (2023) som omhandler kliniske og tekniske funksjoner ved hybrid MR-linak systemer ved hjernekreft, basert på 52 studier (ingen RCT) [34]</p>
<b>Metodevarsel</b>	<p>Vi har ikke identifisert noen tidligere metodevarsler eller egnethetsvurderinger som omhandler MRgRT. Vi har derimot identifisert tre egnethetsvurderinger som omhandler MR-veiledet fokusert ultralydbehandling (MRgFUS) for henholdsvis intrakraniale tumorer [35], skjelettmetastaser [36], og for å åpne blod-hjernebarriere for legemiddelbehandling av intrakraniale svulster [37] (ID2023_092). Det ble ikke gitt nasjonalt oppdrag basert på noen av disse egnethetsvurderingene [38].</p>

## 5. Referanser

1. Elektra AB. *Elektra Unity*. [Nettside] 2026 16.04.2026]; Available from: <https://www.elekta.com/products/radiation-therapy/unity/>.
  2. MagnetTx Oncology Solutions Ltd. *Aurora-RT*. [Nettside] 2023 16.04.2026]; Available from: <https://www.magnettx.com/aurora-rt>.
  3. ViewRay Systems inc. *MRIdian A3i*. [Nettside] 2024 16.04.2026]; Available from: <https://viewraysystems.com/mridian-a3i/>.
  4. U.S. Food and Drug Administration, *MRIdian Linac System - 510(k) premarket notification summary*. 2021, U.S. Food and Drug Administration: USA.
  5. U.S. Food and Drug Administration, *Aurora-RT - 510(k) premarket notification summary*. 2022, U.S. Food and Drug Administration: USA.
  6. ViewRay Systems inc. *Cancers Treated by MRIdian*. [Nettside] 2024 16.04.2026]; Available from: <https://viewraysystems.com/for-patients/types-of-cancers-mridian-treats/>.
  7. Elektra AB. *What is MR-guided radiation therapy?* [Nettside] 2026 16.04.2026]; Available from: <https://www.elekta.com/patients/mr-linac/>.
  8. Vano, J. *The Collapse of ViewRay*. [Web news article] 2023 13.10.2023 [cited 22.04.2026]; Available from: <https://www.oncologysystems.com/blog/the-collapse-of-viewray/>.
  9. Ladbury, C., et al., *Clinical Applications of Magnetic Resonance-Guided Radiotherapy: A Narrative Review*. *Cancers* (Basel), 2023. **15**(11).
  10. Leeman, J.E., et al., *Acute toxicity comparison of magnetic resonance-guided adaptive versus fiducial or computed tomography-guided non-adaptive prostate stereotactic body radiotherapy: A systematic review and meta-analysis*. *Cancer*, 2023. **129**(19): p. 3044-3052.
  11. Roald, B., et al. *Kreft*. [Nettside] 2026 10.02.2026 [cited 17.04.2026 17.04.2026]; Available from: <https://sml.sn.no/kreft>.
  12. Klepp, O. and T.K. Olsen. *Kreftbehandling*. [Nettside] 2024 27.11.2024 [cited 17.04.2026]; Available from: <https://sml.sn.no/kreftbehandling>.
  13. Kreftregisteret, *Cancer in Norway 2024 - Cancer incidence, mortality, survival and prevalence in Norway*. 2025, Folkehelseinstituttet: Norge.
  14. Kreftforeningen. *Strålebehandling*. 2026 23.02.2026 17.04.2026]; Available from: <https://kreftforeningen.no/om-kreft/behandling/stralebehandling/>.
  15. Kreftlex. *Generell informasjon om strålebehandling*. [Nettside] 2026 [cited 17.04. 2026]; Available from: <https://kreftlex.no/no/Sarkom-Truncus/ProsedyreFolder/BEHANDLING/Stralebehandling/str-Generell-stralebehandling?lg=ks&CancerType=Sarkom%20Truncus&containsFaq=False>.
  16. Akershus Universitetsstykkehus. *Prostatakreft strålebehandling*. [Nettside] [cited 17.04. 2026]; Available from: <https://www.ahus.no/behandling/prostatakreft-stralebehandling/>.
  17. St.Olavs hospital HF. *Strålebehandling av brystkreft etter operasjon*. [Nettside] [cited 17.04. 2026]; Available from: <https://www.stolav.no/behandling/stralebehandling-av-brystkreft-etter-operasjon/>.
  18. Petruson, K., et al., *Magnetic resonance image-guided radiotherapy in patients with cancer in thorax, abdomen, pelvis or head and neck*. 2020, Region Västra Götaland, HTA-centrum: Sverige.
  19. Elektra AB. *Elekta Unity Workflow and Usability Bibliography*. [Nettside] 2026 [cited 20.04. 2026]; Available from: <https://www.elekta.com/medical-affairs/bibliographies/elekta-unity-workflow-and-usability/>.
  20. Elektra AB. *Elekta Unity Overview and Technical Publications Bibliography*. [Nettside] 2026 [cited 20.04. 2026]; Available from: <https://www.elekta.com/medical-affairs/bibliographies/elekta-unity-overview-and-technical-publications/>.
  21. Elektra AB. *Elekta Unity biology-guided Radiation Therapy*. [Nettside] 2026 [cited 20.04. 2026]; Available from: <https://www.elekta.com/medical-affairs/bibliographies/elekta-unity-biology-guided-radiation-therapy/>.
  22. Elektra AB. *Elekta Unity Clinical Indications Bibliography*. [Nettside] 2026 [cited 20.04. 2026]; Available from: <https://www.elekta.com/medical-affairs/bibliographies/elekta-unity-clinical-indications/>.
  23. Nye metoder. *Magnetisk resonans (MR)-veiledet høy-intensitet fokusert ultralyd - Til behandling av essensiell tremor*. . [Nettside] 2026 [cited 17.04. 2026]; Available from: <https://www.nyemetoder.no/metoder/magnetisk-resonans-mr-veiledet-hoy-intensitet-fokusert-ultralyd/>.
  24. Lachance, C. and S. McCormack, *CADTH Rapid Response Reports, in Magnetic Resonance Imaging-Guided Radiotherapy Delivery Systems for Cancer Treatment: A Review of Clinical Effectiveness, Cost-Effectiveness and Guidelines*. 2019, Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health
- Copyright © 2019 Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health.: Ottawa (ON).
25. Agency for Care Effectiveness, *Magnetic Resonance Image Guided Radiation Therapy for patients with cancer*. 2022, MOH Medical Technology Advisory Committee: Singapore.
  26. Health Information and Quality Authority, *Magnetic resonance-guided radiotherapy (MRgRT) - Evidence synthesis to support a generic justification decision*. 2025, Health Information and Quality Authority: Irland.
  27. Coc, F.L. and L.G. Marcu, *From CBCT to MR-Linac in Image-Guided Prostate Cancer Radiotherapy Towards Treatment Personalization*. *Curr Oncol*, 2025. **32**(6).
  28. Szablewska, S. and K. Roszkowski, *Magnetic resonance-guided adaptive stereotactic radiotherapy in prostate cancer patients: a systematic literature review*. *Rep Pract Oncol Radiother*, 2025. **30**(4): p. 548-558.

29. Dornisch, A.M., et al., *Focal radiotherapy boost to MR-visible tumor for prostate cancer: a systematic review*. World J Urol, 2024. **42**(1): p. 56.
30. Westerhoff, J.M., et al., *Patient-Reported Outcomes Following Magnetic Resonance-Guided Radiation Therapy for Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2024. **120**(1): p. 38-48.
31. Shouman, M.A., et al., *Stereotactic body radiotherapy for pancreatic cancer - A systematic review of prospective data*. Clin Transl Radiat Oncol, 2024. **45**: p. 100738.
32. van Vliembergen, E.N.M., et al., *Precision radiotherapy using MR-linac for pancreatic neuroendocrine tumors in MEN1 patients (PRIME): a protocol for a phase I-II trial, and systematic review on available evidence for radiotherapy of pNETs*. Front Endocrinol (Lausanne), 2023. **14**: p. 994370.
33. Moretti, I., et al., *Towards quantitative MRI Driving online adaptive MRgRT for lung tumors*. Phys Med, 2026. **142**: p. 105731.
34. Guerini, A.E., et al., *Adoption of Hybrid MRI-Linac Systems for the Treatment of Brain Tumors: A Systematic Review of the Current Literature Regarding Clinical and Technical Features*. Technol Cancer Res Treat, 2023. **22**: p. 15330338231199286.
35. Folkehelseinstituttet, *Magnetisk resonans (MR)-veiledet høyintensiv fokusert ultralyd til behandling av intrakraniale tumorer*. 2023, MedNytt: Norge.
36. Folkehelseinstituttet, *Magnetisk resonans (MR)-veiledet høyintensiv fokusert ultralyd til behandling av smerter ved skjelettmetastaser*. 2023, MedNytt: Norge.
37. Folkehelseinstituttet, *Magnetisk resonans (MR)-veiledet fokusert ultralyd for åpning av blodhjernebarrieren ved behandling av intrakraniale svulster*. 2023, MedNytt: Norge.
38. Nye metoder. *Magnetisk resonans (MR)-veiledet høy-intensitet fokusert ultralyd - Indikasjon II (ID2023\_092)*. [Nettside] 2023 [cited 22.04.2026; Available from: <https://www.nyemetoder.no/metoder/magnetisk-resonans-mr-veiledet-hoy-intensitet-fokusert-ultralyd-indikasjon-ii/>].

## 6. Versjonslogg

### Magnetisk resonans (MR)-veiledet stråleterapi (MRgRT) til behandling av kreft

6.1 Dato	5.2 Endringer gjort i dokument
27.04.2026	Laget metodevarsel
Klikk eller trykk for å skrive inn en dato.	[Skrive hva som er gjort nytt]
Klikk eller trykk for å skrive inn en dato.	[Skrive hva som er gjort nytt]

Beskrivelse: Kan skrive inn dato for hver endring i dokumentet.