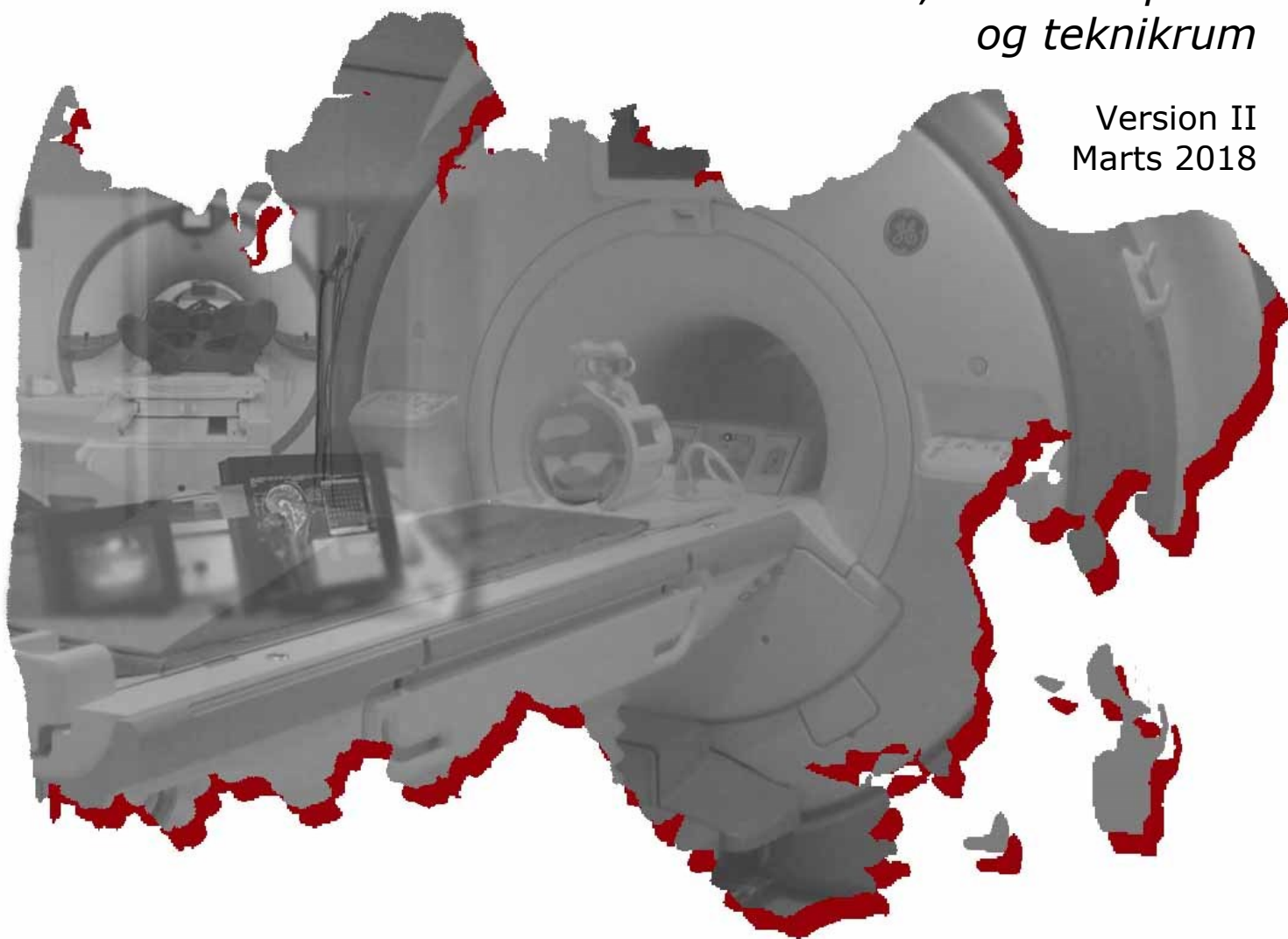


DESIGNGUIDE FOR HOSPITALSBYGGERI  
I REGION MIDTJYLLAND

# ***MR-skannerfunktion***

*MR-skannerrum for lukkede 1,5T og  
3T MR-skannere, betjeningsrum,  
forberedelsesrum, beskriverplads  
og teknikrum*

Version II  
Marts 2018



**DESIGNGUIDE FOR HOSPITALSBYGGERI I REGION MIDTJYLLAND**  
***MR-skannerfunktion for lukkede 1,5 og 3 T MR-skannere, MR-skannerrum, betjeningsrum, forberedelsesrum, beskriverplads og teknikrum***

Version II

Marts 2018

Region Midtjylland  
Sundhedsplanlægning  
Koncern HR, Fysisk Arbejds miljø  
Indkøb & Medicoteknik

Vedr. indhold eller ønsker om opdatering kan følgende kontaktes:

**Sundhedsplanlægning**

Torben Agerkilde: [torage@rm.dk](mailto:torage@rm.dk)

Louise Mounier: [loumou@rm.dk](mailto:loumou@rm.dk)

**Koncern HR, Fysisk Arbejds miljø**

Ulla Madsen: [ullmad@rm.dk](mailto:ullmad@rm.dk)

Bente Grau-Hansen: [bengra@rm.dk](mailto:bengra@rm.dk)

Anne Mette Hansen: [anhan4@rm.dk](mailto:anhan4@rm.dk)

**Indkøb & Medicoteknik**

Lars Hansen: [lars.hansen@stab.rm.dk](mailto:lars.hansen@stab.rm.dk)

Designguiden kan downloades på [www.byggeri.rm.dk](http://www.byggeri.rm.dk)

<b>1 INTRODUKTION</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1 Forankring</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2 Grundlag</b> .....	<b>6</b>
<b>2 OM DESIGNGUIDEN</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 Placering i det samlede hospital</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 Funktionsbeskrivelse</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 Forudsætninger</b> .....	<b>9</b>
<b>3 TRIVSEL</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 Udsyn og lysindfald</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2 Farver og kunst</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 Designet lyd og musik</b> .....	<b>12</b>
<b>4 BÆREDYGTIGHED</b> .....	<b>13</b>
<b>5 SIKKERHED</b> .....	<b>16</b>
<b>5.1 Generelt</b> .....	<b>16</b>
<b>5.2 Kendte ricisi</b> .....	<b>16</b>
<b>5.3 Patientsikkerhed</b> .....	<b>18</b>
<b>5.4 Personalesikkerhed</b> .....	<b>18</b>
<b>6 HYGIEJNE</b> .....	<b>20</b>
<b>6.1 Overflader</b> .....	<b>21</b>
<b>6.2 Installationer</b> .....	<b>21</b>
<b>6.3 Udstyr og inventar</b> .....	<b>21</b>
<b>6.4 Håndhygiejne og håndvask</b> .....	<b>21</b>
<b>7 INDEKLIMA</b> .....	<b>22</b>
<b>7.1 Indeklimakategori</b> .....	<b>22</b>
<b>7.2 Temperatur</b> .....	<b>22</b>
<b>7.3 Ventilation og luftkvalitet</b> .....	<b>24</b>
<b>7.4 Lys</b> .....	<b>25</b>
<b>7.5 Kunstig belysning</b> .....	<b>25</b>
<b>7.6 Lyd og rumakustik</b> .....	<b>26</b>
<b>8 INSTALLATIONER</b> .....	<b>27</b>
<b>8.1 Heliumafkast (quenched-rør)</b> .....	<b>28</b>
<b>9 KONSTRUKTIONER</b> .....	<b>30</b>
<b>9.1 Konstruktion</b> .....	<b>30</b>
<b>9.2 Fremtidssikring</b> .....	<b>32</b>
<b>10 PLADSKRAV OG INDRETNING</b> .....	<b>33</b>
<b>10.1 Adgangsforhold</b> .....	<b>33</b>
<b>10.2 Dimensionering</b> .....	<b>35</b>
<b>10.3 Eksempel</b> .....	<b>41</b>
<b>11 INVENTAR/TJEKLISTE</b> .....	<b>43</b>
<b>11.1 Fast inventar</b> .....	<b>43</b>
<b>11.2 Udstyr og flytbart inventar</b> .....	<b>44</b>
<b>12 BILAG 1 - TEKNISKE SPECIFIKATIONER</b> .....	<b>46</b>
<b>13 KILDEMATERIALE</b> .....	<b>48</b>

**Tilføjelser/rettelser:**

November 2019: Tilføje vedr. respektafstand side 20, afsnit 5.4.1.

# 1 INTRODUKTION

Som led i en ny og forbedret sygehusstruktur i Danmark planlægger, projekterer og bygger regionerne i årene frem mod 2020 hospitalsbyggerier finansieret af Kvalitetsfonden for samlet set mere end 40 mia. kr. Herudover foretages en række regionalt finansierede anlægsprojekter på hospitalsområdet.

Region Midtjylland bygger to nye hospitaler og etablerer en større udvidelse af et eksisterende hospital. Desuden foregår der om- og tilbygninger på de øvrige hospitaler i regionen.

Inden for alle hospitalsbyggeprojekterne skabes der konstant ny viden og erfaringsudveksling. Formålet med Designguides for Hospitalsbyggeri er, med afsæt i de regionale projekter såvel som nationale og internationale, at opsamle og dele viden. Med baggrund i aktuelle hospitalsbyggerier kan designguiden dermed kvalificere bygherre, projektgrupper og rådgivere mv. til at gå i dialog om at skabe de bedst mulige fysiske rammer for fremtidens hospitaler. Desuden støtter designguiden bygherre og projektgrupper i at fastlægge og synliggøre kvalitetskrav indenfor regionen, til gavn for både patienter, personale og pårørende.

## 1.1 Forankring

Designguides for Hospitalsbyggeri i Region Midtjylland er forankret i Koncernledelsen. Før 31. august 2017 var de forankret i Strategisk Sundhedsledelsesforum (SSLF)<sup>1</sup>. SSLF besluttede i februar 2012, at anbefalingerne i Designguides for Hospitalsbyggeri skal være "følg eller forklar" med følgende procedure:

### **Projekter, hvor Sundhedsplanlægning er repræsenteret i styregruppen**

Regionens projektafdelinger skal overfor projektets styregruppe redegøre for, på hvilke punkter de godkendte designguides ønskes fraveget. Herunder skal fravigelserne forklares og begrundes. Styregruppen kan vælge at acceptere fravigelserne, og det skal i så fald fremgå af sagsfremstillingen til regionsrådet, når projektforslaget skal godkendes politisk.

### **Projekter, hvor Sundhedsplanlægning ikke er repræsenteret i styregruppen**

I projekter, hvor Sundhedsplanlægning ikke er repræsenteret i styregruppen, skal hospitalsledelsen redegøre for, på hvilke punkter de godkendte designguides ønskes fraveget. Dialogen skal foregå med Sundhedsplanlægning, og de konkrete afvigelser skal her ligeledes forklares og begrundes. Såfremt fravigelserne accepteres, skal de konkrete fravigelser fremgå af sagsfremstillingen til regionsrådet, når projektforslaget skal godkendes politisk.

### **Øvrige projekter:**

I projekter, hvor der ikke er nogen styregruppe, skal projektlederen videreformidle ønsker om at fravige punkter i de enkelte designguides. Dialogen skal foregå med Sundhedsplanlægning, og her skal de konkrete afvigelser ligeledes forklares og begrundes. Det er projektlederens ansvar, at hospitalsledelsen orienteres om eventuelle fravigelser.

---

<sup>1</sup> Strategisk Sundhedsledelsesforum (SSLF) og Koncernledelsen er pr. 31. august 2017 lagt sammen.

## 1.2 Grundlag

Designguidens anbefalinger er skabt ud fra et stort vidensgrundlag fra hospitaler, projektafdelinger samt sundhedsfaglige og tekniske grupper i regionen. Dertil kommer forskningsresultater, nationale og internationale projekter samt gældende lovkrav og vejledninger. Der har desuden været rumafprøvning i mock-up.

"Følg eller forklar" proceduren er gældende i forhold til designguidens "*anbefalinger*". Lovgivning samt regionale og nationale vejledninger kan ikke fraviges og vil i designguiden derfor være beskrevet som krav ("*skal*").

I designguiden vil nogle anbefalinger derfor være evidensbaserede imens andre baserer sig på erfaringsgrundlag og mock-up resultater.

Denne designguide træder i stedet for designguiden MR-skannerfunktion vers. I Maj 2013. Der er sket en opdatering og ajourføring i forhold til gældende lovgivning, nye erfaringer fra klinik og drift samt øvrige interessenter.

### TJEKBOKS

- Hvor teksten er formuleret som "*skal*", er der tale om krav baseret på lovgivning og regionale eller nationale retningslinjer. Sådanne krav kan ikke fraviges.
- Begrebet "*anbefaling*" bruges i forbindelse med designguidens retningslinjer. Hvis der i et konkret projekt afviges fra designguidens "*anbefalinger*", skal der redegøres herfor, jævnfør afsnit 1.1 og 1.2.

## 2 OM DESIGNGUIDEN

Designguiden for MR-skannerfunktion er et værktøj til brug ved planlægning og projektering af rum for lukkede 1,5 og 3 T MR-skannere. Designguiden er udarbejdet med fokus på både patient- og personalegrupper i et forsøg på at illustrere de bedst mulige fysiske rammer for alle.

Designguiden anvendes i forbindelse med såvel nybyggeri som ombygning, tilbygning og renovering af eksisterende byggeri.

I bilag 1 er opgivet en række tekniske specifikationer udarbejdet af Indkøb & Medicoteknik.

Kilder står nævnt sidst i designguiden. Kilder til citater og lovkrav er angivet med fodnoter.

### 2.1 Placering i det samlede hospital

Der ligger en høj grad af logistik, processer, arbejdsgange og sammenhænge med øvrige afdelinger, som eksempelvis den fælles akutafdeling og operationsafdelingen, til grund for placering af billeddiagnostiske rum og afdelinger. Den interne logistik og sammenhæng med eksterne adgangsveje er afgørende for, om der kan skabes hensigtsmæssige arbejdsgange omkring afdelingen. Krav til nærhed gælder såvel horisontalt som vertikalt. Placering af MR-

skannerrum, i forhold til at få selve skanneren transporteret ind i rummet på grund af vægten, skal overvejes.

Derudover er der en række tekniske krav til blandt andet rummets konstruktion i forhold til tungt udstyr og skærmning mod magnetisme.



*Figur 1: Konceptdiagram over hensigtsmæssige nærhedsforhold mellem billeddiagnostisk afdeling, OP, intensiv og akutafdeling.*

## 2.2 Funktionsbeskrivelse

Denne designguide er tænkt som en vejledning for arkitekter, ingeniører, brugergrupper og øvrige interessenter i byggeprocessen. Designguiden er skrevet som en hjælp til at skabe et overblik over MR-skannerfunktionen. Designguiden kan ikke stå alene eller træde i stedet for den rådgivning, som medicotekniske rådgivere og ansvarlige fysikere står for. Designguiden tager udgangspunkt i de MR-skannere og krav, der eksisterer i dag.

MR-skanning giver et unikt indblik i den levende krop. Metoden er meget udbredt og bruges til at optage detaljerede billeder af alle typer væv med henblik på diagnostik og forskning i sygdomme og kroppens funktioner. Der anvendes magnetfelter og radiobølger ved MR-skanningen, men hverken røntgen- eller radioaktiv stråling som ved andre skanningstyper.

MR-funktionen indeholder pladskrævende, tungt udstyr og stiller derfor store krav til størrelsen af rummet, gulvets bæreevne mm. Derudover er der megen teknik knyttet til en MR-skanner, som også stiller krav til plads, ventilation, udledning af helium ved nødstop (quench-rør) mm.

Typisk omfatter en MR-skannerfunktion et skannerrum, et betjeningsrum og teknikrum samt omklædningsfaciliteter, herunder toilet. Se derfor tilhørende afsnit om hhv. betjenings- og teknikrum. Det er hensigtsmæssigt, at udstyr, der afgiver varme og støj, placeres i et teknikrum.

MR-skanneren placeres i et selvstændigt rum. Patienten placeres på et leje, som føres ind i en rørformet magnet, der er oplyst og åben i begge ender. Den legemsdel, der skal undersøges, placeres midt i skanneren. Undersøgelsen udføres fra et separat betjeningsrum.

Da MR-skanneren er påvirkelig af elektromagnetiske bølger, placeres den i et Faraday-bur, som skærmer den mod radiobølger udefra. Når man indkøber en MR-skanner, medfølger der derfor både skanner, styringer og teknik samt den rumafskærmning, der er nødvendig. Scanneren er konstant omgivet af et kraftigt magnetfelt. Det betyder, at der i scannerrummet ikke må medtages eller installeres udstyr, inventar eller apparatur, der er lavet af magnetisk materiale.

Det kan være af betydning, hvor mange ens skannere der placeres i en afdeling i forhold til funktionsbeskrivelsen af den enkelte skanner samt indretningen af birum til denne.

Hvis der kun projekteres med en enkelt eller to skannere, skal disse kunne håndtere alle typer patienter. Projekteres der derimod med flere skannere, kan det overvejes, om disse kan dedikeres til forskellige typer af patienter, eksempelvis sengeliggende kontra gående. Det kan ligeledes overvejes, om flere skannere kan dele birum, f.eks. betjeningsrum eller forberedelsesrum.

Der henvises i øvrigt til fabrikantens anbefalinger for vejledende arealer, temperatur, luftfugtighed mv.

Leverandørernes planning guides er ofte meget omfattende, og det kan derfor være hensigtsmæssigt at bede leverandøren om at udarbejde et kort resumé af planning guiden, hvori de væsentligste specifikationer listes i et overskueligt format til brug ved indretning af det specifikke rum. Derudover kan henvises til *Nybyggeri og ombygninger på hospitaler i Region Midtjylland*, der beskriver de enkelte faser i et byggeri, samt hvilke aktører der bør inddrages og hvornår<sup>2</sup>.

### 2.2.1 Definitioner

- **MR-Skannerrum:** Det rum som skanneren er placeret i. Rummet er omsluttet af et Faraday-bur
- **Betjeningsrum:** Rum med direkte adgang til skannerrummet, hvorfra personalet betjener MR-skanneren. Karakteriseret ved flere skærmarbejdspladser og et vindue ind til skannerrummet, så personalet kan se patienten under skanningen
- **Beskriverplads:** Arbejdsplads eller rum, hvor personalet kan betragte og beskrive skanningsbilleder. Beskriverpladsen kan placeres i betjeningsrummet eller i et selvstændigt rum tæt på betjeningsrummet
- **Omklædningsrum:** Kabine eller rum hvor patienten kan klæde om og lægge sine ejendele
- **Forberedelsesrum:** Rum til klargøring af patient forud for skanning ved lægning af venflon. Patienter kan omlejres fra seng til ikke magnetisk leje eller fra almindelig kørestol til ikke magnetisk kørestol
- **Teknikrum:** Rum til placering af al teknik vedrørende MR-skanneren
- **Arbejdsareal:** Den plads personalet (inkl. patient, inventar og udstyr) har brug for ved forskellige arbejdsfunktioner

---

<sup>2</sup> Region Midtjylland (2009) *Nybyggeri og ombygninger i Region Midtjylland*



## 2.3 Forudsætninger

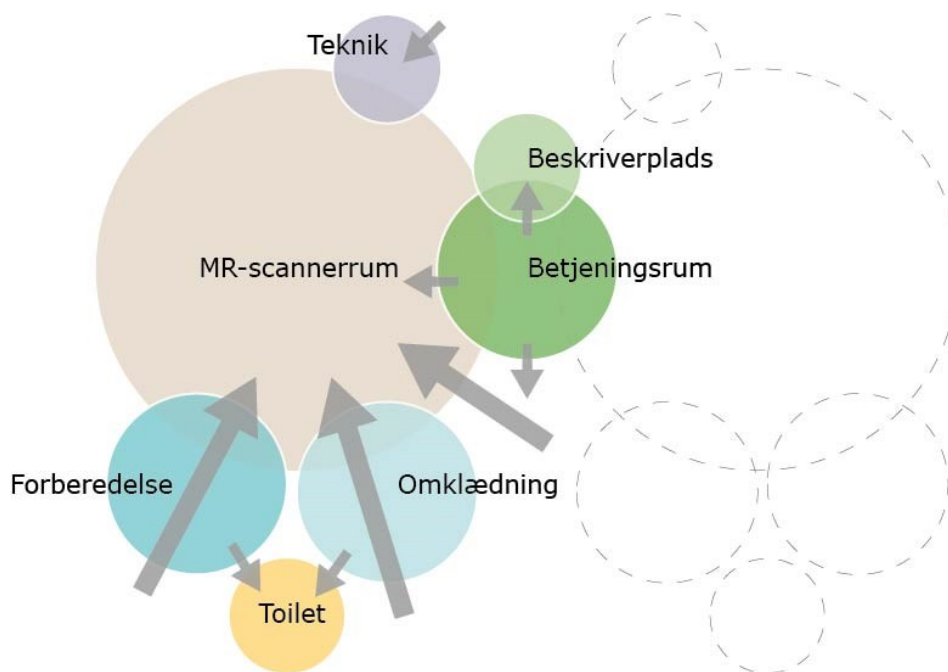
I det følgende beskrives opmærksomhedspunkter og løsningsforslag til MR-skannerrum, betjeningsrum og teknikrum. Øvrige rum som toilet, omklædnings- og ventefaciliteter, der skal placeres i tilknytning til MR-skannerrummet, er ikke beskrevet i denne guide.

Designguiden er udarbejdet ud fra følgende forudsætninger:

- MR-skannerrummet er et diagnosticeringsrum
- MR-skannerrummet ligger i umiddelbar tilknytning til forberedelsesrum, teknikrum, betjeningsrum og omklædning
- Antal personer i MR-skannerrummet kan variere meget. Det angivne areal tager udgangspunkt i, at der skal være plads til maksimum 3 personaler.
- Det forudsættes, at leverandøren leverer Faraday-bur, skanner, døre, ruder, reoler, belysning og øvrige elinstallationer til MR-skannerrummet.
- "Arbejdsareal" betegner den plads personalet (inkl. patient, inventar og udstyr) har brug for ved forskellige arbejdsfunktioner
- Denne guide er gældende for lukkede 1,5 og 3 T MR-skannere

Hvis der er behov for MR-skannerrum, der understøtter anæstesi eller traumebehandling, kræves der andre pladsmæssige og tekniske forhold i både skanner- og teknikrum, som ikke er beskrevet i denne designguide.

På figur 2 ses et konceptprogram for placering af MR-skannerrum i forhold til de tilhørende funktioner. Har afdelingen mere end ét MR-skannerrum, kan betjeningsrum og beskriverplads med fordel være fælles. Hvis afdelingen har mere end to MR-skannerrum, kan man overveje, om der er behov for ét stort forberedelsesrum (liggende patienter) til alle skannerrum.



Figur 2: Konceptdiagram over placering af MR-skannerrum i forhold til tilhørende funktion.



*Figur 3: MR-skannerrum set gennem vindue fra betjeningsrummet, Regionshospitalet Herning*

### **3 TRIVSEL**

Undersøgelser i Danmark såvel som udlandet viser, at ikke kun funktionalitet, behandlingstilbud og -metoder har indvirkning på patientens helingsproces. Oplevelsen af hospitalet som et fysisk rum - et sted med lys, lyde, farver og lugte - spiller også ind.

For både patienter, pårørende og personale kan der være forskellige stressfaktorer på hospitalet. Patienter kan være bekymrede over deres tilstand, være angste for resultatet af skanningen mv. Desuden kan den psykologiske effekt af ikke at være i kontrol eller befinde sig i uvished være en stressfaktor. Personalet kan opleve stress på grund af ubalance mellem krav og ressourcer, krævende ansvar og skiftende vagter. Endelig kan mangel på uforstyrret arbejdsrum være årsag til øget stressniveau for personalet.

Der er evidens for, at arkitektoniske parametre såsom udsigt til grønne omgivelser, lys, farver, kunst og lyd - også sammenfattet i begrebet "helende arkitektur" - kan reducere stress. Eftersom disse parametre kan være med til at øge patientens og personalets velbefindende, skabe tryghed og øge medarbejdertilfredsheden, bør det overvejes, om der kan arbejdes med disse begreber ved design af de forskellige rum tilhørende MR-skannerfunktionen<sup>3</sup>. De væsentligste rum i forhold til trivsel og indretning er skannerrum, betjeningsrum og rummet med beskriverplads.

---

<sup>3</sup> Ulrich et al. (2004) *The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21 Century: A Once-in-a-Lifetime Opportunity.*

## TJEKBOKS

- Det anbefales, at der er udsyn til omgivelserne og dagslysadgang i betjeningsrum
- Der anbefales farvet lys ved beskriverpladsen og i betjeningsrummet
- Der skal være mulighed for mørklægning ved beskriverpladsen og i betjeningsrummet
- Der anbefales mulighed for brug af designet lyd og musik i skannerrummet

### 3.1 Udsyn og lysindfald

Lysindfald og adgang til dagslys er vigtigt for både patienter og personale og har en lang række positive effekter.

Oplevelsesmæssigt medvirker lysindfald og dagslys til en foranderlighed, som giver rummet forskellige farver og fokusområder i løbet af dagen og året. Dagslys og vinduer nævnes i kildematerialet som værende af stor betydning for personalets velbefindende og arbejdsglæde. Undersøgelser viser også, at adgangen til dagslys styrker evnen til at orientere sig i tid og sted og kan reducere stress og negative følelser som angst og vrede. Udsigt til grønne omgivelser kan medvirke til positiv adspredelse og have målbar positiv indvirkning på blodtryk og hjerterytme.

Idet patienten opholder sig meget kortvarigt i selve MR-skannerrummet, er det ikke et krav, at der er dagslys eller udsyn til omgivelserne i dette rum. Det bør dog overvejes at etablere et vindue for at modvirke klaustrofobi, som nogle patienter oplever i forbindelse med MR-skanning. Hvis der er et vindue i MR-skannerrummet, skal det kunne afskærmes, så der ikke er indkig. Indkig fra et skannerrum til et andet skannerrum gennem betjeningsrum bør forhindres. Desuden skal ruden være en del af det intakte Faraday-bur og dermed leveres af skannerleverandøren.

Hvis der ikke er mulighed for dagslysindfald, kan dynamisk belysning med regulerbar farve og styrke tænkes ind med samme formål som dagslys – nemlig at give patienten så tryk og behagelig en oplevelse som muligt. Desuden kan kunstigt ovenlys eller kunstige vinduer bidrage til en positiv oplevelse af rummet.

Man kan forestille sig forskellige undersøgelsesprocedurer, hvor der indgår forhåndsindstillede lys- og billedeffekter.

Idet Faraday-buret skal være intakt, skal de ønskede effekter og installationer være integreret i loft og/eller vægge fra MR-skannerleverandøren.



*Figur 4: Eksempel på integreret kunstigt ovenlys og vindue i MR-skannerrum på Bornholms Hospital. Kilde: [www.bornholmshospital.dk](http://www.bornholmshospital.dk)*

### 3.2 Farver og kunst

Farvesætning og kunst kan medvirke til positiv adspredelse og sænke patientens stressniveau og oplevelse af smerte.

#### TJEKBOKS

- Det anbefales, at bruge farvesætning for at lette orienteringen
- Store væg- og loftsflader anbefales i neutrale farver
- Farvesætning kan f.eks. ske på løst inventar, døre eller kunst

I skannerrummet vil afdæmpede farver, som beroliger patienten, være at foretrække. Store farvede flader påvirker lyset i rummet, og en farvet væg kan således påvirke patientens ansigtsfarve. Det anbefales derfor, at væggenes store flader er hvide. Farvesætning kan ske på døre, inventar og kunst. Det er også muligt at anvende farvet lys på afgrænsede felter på hvide vægge.

Kunst og farvesætning kan hjælpe patienter og pårørende til at orientere sig. Farver på eksempelvis døre kan gøre orientering lettere, så det er nemmere at identificere indgang til omklædning, toilet osv. Forskning viser, at det er lettere for svagtseende at orientere sig, hvis lofter, vægge, gulve og døre adskiller sig tydeligt fra hinanden. Gulve i tilstødende rum bør have nogenlunde samme lyshed, idet stor lysforskel eller markant mønster af svagtseende og demente kan opfattes som niveauspring eller huller.

### 3.3 Designet lyd og musik

En MR-skanner afgiver meget støj under skanning. Derfor leveres der sammen med skanneren altid hovedtelefoner til patienten.

Med fokus på behagelige lyde forskes der i musikkens positive indvirkning på arbejds- og patientmiljøet. Dæmpet og rolig musik har en afstressende effekt, idet den både påvirker den emotionelle del af hjernen og hæmmer smerteimpulserne. Musik kan desuden nedsætte hjertemusklens iltforbrug og nedsætte pulsen.

Specialkomponeret musik med terapeutisk formål kan få patienter til at slappe af og dermed finde den ro, der for nogle patienter ellers kan være svær at opnå. Musikken kan med den rigtige kvalitet og rytme have en harmoniserende effekt på psyken, ligesom musik kan påvirke patientens oplevelse af støj på hospitalet. Undersøgelser har vist, at dæmpet baggrundsmusik kan fjerne fokus fra støjen og hjælpe patienter til hurtigere at restituere.

Det anbefales, at uønsket støj dæmpes mest muligt. Samtidig anbefales det, at mulighederne for designet lyd eller musik til fortrængning af uønsket støj overvejes.

## 4 BÆREDYGTIGHED

Region Midtjylland har udarbejdet en strategi og handlingsplan for et bedre lokalt og globalt miljø. I *Samfundsansvar og bæredygtighed 2016-2019, Strategi for Agenda 21* fokuseres der på at forbedre energi- og miljøforholdene af hensyn til det globale miljø og for at fremme sundhed og arbejdsmiljø på regionens hospitaler, i institutionerne og regionshusene<sup>4</sup>. Region Midtjyllands afdeling Koncernøkonomi, Byggeri og Ejendomme har ligeledes udarbejdet *Retningslinjer for bæredygtigt byggeri*, som samler alle formelle krav hertil. Retningslinjerne har til formål at sikre et bæredygtigt niveau på regionens bygninger<sup>5</sup>.



<sup>4</sup> Region Midtjylland (2016) Samfundsansvar og bæredygtighed 2016-2019, Strategi for Agenda 21

<sup>5</sup> Region Midtjylland (2015) Retningslinjer for bæredygtigt byggeri

## TJEKBOKS

- Skannerfunktionen skal leve op til principperne om økonomisk, miljømæssig og social bæredygtighed, jævnfør *Samfundsansvar og bæredygtighed 2016-2019, Strategi for Agenda 21*
- Skannerfunktionen skal leve op til de formelle krav til bæredygtigt byggeri, som formuleret i *Retningslinjer for bæredygtigt byggeri*
- Skannerens energiforbrug i drift og standby-tilstand samt genanvendelse af overskudsvarme bør tages i betragtning ved valg af udstyr

Definitionen af bæredygtighed rummer flere dimensioner, sammensat af miljømæssig, økonomisk og social bæredygtighed.

**Miljømæssig bæredygtighed** omhandler energi og ressourceforbrug samt miljøpåvirkning af vand, jord og luft. Det kan imidlertid være vanskeligt at opstille energi- og miljømæssige anbefalinger for skannerfunktionerne alene, da de i energi- og miljømæssig sammenhæng ikke er en selvstændig størrelse. På rumniveau kan man dog arbejde med forskellige energi- og resourcebesparende installationer ved valg af f.eks. belysning og intelligent varmestyring. Desuden skal skannerudstyrets energiforbrug i drift tages i betragtning. Udstyrets energiforbrug, når det er i funktion og standby-tilstand, er væsentligt. Udstyret afgiver en del varme, hvorfor genanvendelse af overskudsvarmen fra udstyret bør medtænkes.

Region Midtjylland anbefaler brug af biologisk nedbrydelige og genanvendelige materialer i videst muligt omfang.

**Økonomisk bæredygtighed** omhandler det økonomiske grundlag og prioritering af f.eks. miljøinvesteringer. Region Midtjylland er omfattet af *Bekendtgørelse nr. 1179 om Kvalitet, OPP og totaløkonomi i offentligt byggeri*<sup>6</sup>. I henhold til bekendtgørelsen pålægges regionen i forhold til visse tærskelværdier at foretage en totaløkonomisk vurdering i forbindelse med opførelse, om- og tilbygning, renovering og vedligeholdelse af byggeri samt anlæg. I forhold til skannerfunktionen kan det betyde, at det kan vurderes, om ekstra anlægsomkostninger kan tjene sig ind i driftstiden, herunder også overvejelser om driftsøkonomisk udstyr. Det vil sige, om prioritering af miljømæssig og social bæredygtighed kan skabe større økonomisk bæredygtighed via færre driftsomkostninger til energi, færre ombygninger, færre sygedage til personalet, kortere indlæggelsestid for patienter osv.

**Social bæredygtighed** omhandler det sociale, kulturelle og sundhedsmæssige med mennesket i centrum. For skannerfunktionerne betyder det, at rummene skal indrettes, så der dannes gode og fremtidssikrede rammer for trivsel, arbejdsmiljø og sikkerhed, til gavn for både personale og patienter.

---

<sup>6</sup> *Bekendtgørelse nr. 1179 om kvalitet, OPP og totaløkonomi i offentligt byggeri*

<b>Miljø</b>	<b>Økonomi</b>	<b>Det Sociale</b>
Livscyklusvurdering af byggematerialer og energiforbrug i bygningen	Totaløkonomi-beregninger, som tager højde for byggeomkostninger, driftsomkostninger og vedligehold af bygningen	Luftkvalitet
Vurdering af materialevalget ud fra materialernes påvirkning af nærmiljø og toksiske effekter	Vurdering af fleksibilitet for 3. parts bruger og påvirkning af bygningens værdi	Akustik
Energiforbrug		Visuel komfort
Vandforbrug		Brugerindflydelse
Genanvendelse		Bygningsstruktur og udearealer
		Adgangsforhold
		Arkitektur og kunst

*Figur 5: Definition af bæredygtighed ifølge Green Building Council Denmark, som har etableret en dansk certificeringsordning for bæredygtighed i byggeri.*

Læs mere i *Samfundsansvar og bæredygtighed 2016-2019, Strategi for Agenda 21*, udarbejdet af Region Midtjylland.

## 5 SIKKERHED

Dette afsnit tager udgangspunkt i kendte risici for patienter og personale:

- Fejlbehandlinger
- Fald
- Fysisk overbelastning og nedslidning
- Stress

Sikkerhed inddeles her i to kategorier – patientsikkerhed og personalesikkerhed. I mange tilfælde er disse sammenfaldende, men de beskrives i det følgende hver for sig, idet perspektiverne for vurdering af sikkerheden er forskellige.

### TJEKBOKS

- Det anbefales, at afdelingsledelse og medicoteknisk rådgiver inddrages i planlægningen af funktionen
- Erfaringer fra arbejdspladsvurderinger, viden om arbejdsulykker, mock-up mv. vil med fordel kunne inddrages
- Skannerrum med samme funktion, anbefales at være så identiske som muligt med hensyn til indretning og faste installationer
- For at forebygge skader og nedslidning skal der være den nødvendige plads til at medarbejderne kan udføre deres arbejdsfunktioner med hensigtsmæssige arbejdsstillinger
- Det anbefales, at der etableres loftlift i forberedelsesrummet
- Både arbejdslys og øvrig belysning anbefales at være med god farvegengivelse
- Afskærmning af skannerrummet skal ske i henhold til gældende lovgivning og nyeste vejledninger fra Sundhedsstyrelsen

### 5.1 Generelt

Identisk indrettede rum kan være med til at reducere antallet af fejl. Når rummene er ens, er det nemmere og hurtigere at finde det, man skal bruge. Ikke-spejlvendte rum forhindrer højre/venstre konfusion, der kan medføre forvekslinger. Derfor anbefales indretning og faste installationer så identiske som muligt i de forskellige skannerrum.

Antallet af forstyrrelser af personalet er relateret til antallet af utilsigtede hændelser<sup>7</sup>. Det skal derfor i projekteringen sikres, at de tekniske løsninger, som reducerer antallet af forstyrrelser, kan integreres. Det kan f.eks. være kaldesystemer, hvor kun de relevante personer kontaktes.

### 5.2 Kendte risici

Det anbefales helt fra starten af planlægningen af skannerrum, at afdelingsledelse og medicoteknisk rådgiver inddrages i et tæt samarbejde med leverandøren af Faraday-bur og skanner for at sikre så optimal en proces som muligt. Viden og erfaringer fra arbejdspladsvurderinger, utilsigtede hændelser og arbejdsulykker – både fra egen enhed og andre hospitals-

<sup>7</sup> Region Hovedstaden (maj 2007) Medarbejdernes vurdering af patientsikkerhedskulturen 2006.



enheder - samt eventuelle påbud fra Arbejdstilsynet inddrages som en naturlig del af processen. Det anbefales desuden at inddrage erfaringer fra andre byggeprojekter i Region Midtjylland og de øvrige regioner. Endvidere anbefales det at teste fremtidige funktioner i en mock-up af rummet, da dette kan bibringe yderligere viden om risici, der skal elimineres.

### **Gulve**

I skannerrum anbefales en gulvtype, som er elektrostatisk ledende for at reducere risikoen for utilsigtede hændelser fra statisk elektricitet. Gulve anbefales at være med en skridhæmmende faktor på R9<sup>8</sup>.

### **Lys**

Den rette belysning understøtter de kliniske procedurer og arbejdsgange. Kvaliteten af belysningen i rummet har f.eks. betydning for, om personalet kan se patientens ansigtsfarve ordentligt, og om skærbilleder vises bedst muligt. Dette har direkte indflydelse på kvaliteten af behandlingen og dermed patientens sikkerhed.

### **Loftlifte**

Rumdækkende loftlifte er et vigtigt element i forhold til både patient- og personalesikkerhed. Det anbefales, at der installeres rumdækkende loftlift i forberedelsesrum, alternativt skal der som minimum være forberedt dertil.

### **Støj**

Det er vigtigt at opnå så lavt et støjniveau som muligt. Dels for at sikre ro for patienten og dels for at sikre, at personalet ikke forstyrres i deres opgaver. Når der vælges overflader/materialer, skal der tages hensyn til deres akustiske egenskaber.

### **Farver**

Farver kan medvirke til at forme og definere rummet og medvirke til at fremhæve inventar. Det anbefales, at der arbejdes med kontrastfarver af hensyn til patientens orienteringsmuligheder og adfærd.

### **Afskærmning**

MR-skanneren virker ved hjælp af et meget kraftigt magnetfelt. Vægge, gulv, loft, døre og vinduer/ruder skal afskærme MR-skannerens magnetfelt mod omliggende rum<sup>9</sup> og placeres i et Faraday-bur. Da MR-skannere støjer kraftigt, og da der ligeledes er støj fra teknikrum, er støj-dæmpning i forhold til omgivelserne meget vigtig.

---

<sup>8</sup> Region Midtjylland (2014) *Gulvbelægning og arbejdsmiljø*

<sup>9</sup> Siemens Planning Guide, *MAGNETOM MR. Planning Guide. System Planning Guide for MAGNETOM Skyra 3.0T. Draft 24/06/2010.*

### 5.3 Patientsikkerhed

Hvis genstande indeholdende jern, f.eks. hårnåle, senge, værktøj, nøgler og sakse, kommer for tæt på skannerens magnetfelt, kan det føre til skade på både udstyr og personer.

Det anbefales, at der etableres adgangskontrol til skannerrummet, så kun patienter og pårørende ledsaget af personale har adgang til skannerrummet.

Patienter kan komme til skade ved fysisk overflytning mellem seng, bære eller kørestol og skannerleje. Det anbefales, at der i forberedelsesrummet etableres loftlifte, så alle typer patienter, inklusive svært handicappede, kan forflyttes.

Identisk indrettede rum kan være med til at reducere antallet af fejl. Når rummene er ens, er det nemmere at finde det, man skal bruge, og personalet skal ikke spørge andre, hvor tingene er eller bruge tid på at lede. Ens opbyggede rum gælder for rum med samme funktion. Hvis hensyn til en samlet planløsning gør det muligt, bør det tilstræbes ikke at have spejlvendte rum for at undgå højre/venstre konfusion, der kan medføre forvekslinger. Det betyder færre afbrydelser og mere ro til at koncentrere sig om den kliniske procedure, hvilket igen betyder øget patientsikkerhed.

Et tilstrækkeligt gulvareal og gode pladsforhold vil medvirke til at sikre en hensigtsmæssig og logisk opgaveløsning, hvorved risikoen for fejl minimeres.

Reduktion af støj og varme mindsker risikoen for at personalet laver fejl og øger dermed patienternes sikkerhed. Det bør derfor tilstræbes at efterleve de beskrevne anbefalinger i afsnittet om indeklima.

For personalet betyder mindre støj også færre distraherende faktorer, hvilket mindsker følelsen af irritabilitet og stress. Derved mindskes risikoen for forglemmelser og misforståelser.

Der skal være en god arbejdsbelysning med god farvegengivelse ved lejet mv.

### 5.4 Personalesikkerhed

Personalets sikkerhed i rummet hænger sammen med de forhold, der også giver patienten en god sikkerhed. F.eks. mindsker ens opbyggede rum risikoen for at personalet laver fejl, da det giver en større tryghed og genkendelighed for personalet, og dermed større tryghed for patienten.

I planlægningsfasen skal erfaringer fra arbejdspladsvurdering, utilsigtede hændelser og arbejdsulykker i tilsvarende byggerier inddrages, ligesom der kan udføres mock-up af rummet.

Vægge, gulv, loft, døre og vinduer/ruder skal afskærme MR-skannerens magnetfelt mod omkringliggende rum<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Siemens Planning Guide, *MAGNETOM MR. Planning Guide. System Planning Guide for MAGNETOM Skyra 3.0T. Draft 24/06/2010.*

Da MR-skannere støjer kraftigt, og da der ligeledes er støj fra teknikrum, er støjdemning i forhold til omgivelserne meget vigtig.

For at undgå u hensigtsmæssige arbejdsstillinger og deraf følgende risiko for skader og nedslidning, skal det sikres, at der er tilstrækkelig plads og en hensigtsmæssig indretning, så medarbejderne kan udføre deres procedurer og arbejdsopgaver. Der skal ligeledes etableres tilstrækkelig plads til apparatur og udstyr.

Loftlifte er vigtige for personalesikkerhed, idet loftliften reducerer fysiske belastninger i forbindelse med forflytning og lejring af patienter. Det anbefales derfor, at der etableres loftlifte i forberedelsesrum, hvor der skal flyttes patienter mellem seng/kørestol og ikke-magnetisk skannerleje.

Hvis der er områder med faldrisiko for patienten, kan det øge ulykkesrisikoen for personalet, idet personalet ofte vil forsøge at støtte eller gribe patienten med risiko for selv at komme til skade.

Gulvbelægning i røntgenrummet skal, også af hensyn til personalets sikkerhed, være skridsikker. Der anbefales en skridhæmmende faktor på R9. Statisk elektricitet skal i videst muligt omfang undgås ved anvendelse af antistatiske belægninger og beklædninger.

Som beskrevet under patientsikkerhed giver reduktion af støj færre distraherende faktorer. Dette mindsker følelsen af irritabilitet, træthed og stress hos personalet, hvilket mindsker risikoen for forglemmelser, misforståelser og kommunikationsbrist.

Der skal være en god arbejdsbelysning med god farvegengivelse ved lejet mv.

Personalet i betjeningsrummet skal via direkte indkig i skannerrummet eller overvågnings-skærme kunne observere patienten hele tiden.

Teknikrum skal have en størrelse, der er tilstrækkelig til at en tekniker kan arbejde i rummet i fornuftige arbejdsstillinger. Der skal i henhold til *Stærkstrømsreglementet* være friplads på 0,70 m foran el-tavler i hele tavlens højde<sup>11</sup>.

#### **5.4.1 5 Gauss linjen (respektafstand)**

En MR-skanner udsender ikke nogen former for røntgenstråling, og selve magnetfeltet har ikke nogen kendte sundhedsskadelige virkninger.

Magnetfeltet kan dog forstyrre elektronisk udstyr som f.eks. pacemakere, og der er derfor vedtaget en grænse for, hvor kraftigt et magnetfelt, personer som ikke skal MR-skannes, må udsættes for. Endvidere kan magnetfeltet forstyrre andet medicinsk udstyr som f.eks. røntgenanlæg eller CT-skannere.

---

<sup>11</sup> Stærkstrømsreglementet § 814.4.2

Magnetfeltet udbredes i alle tre retninger. Længst i magnetens hovedakse og kortere på siderne og over/under magneten. Magnetfeltets udstrækning beskrives som antal meter, det går ud til hver side i forhold til magnetens isocenter.

Leverandør	Philips		Siemens		GE	
Felt styrke	1,5T	3T	1,5T	3T	1,5T	3T
Udbredelse i skannerens længde retning	3,8 m	5,0 m	4,0 m	4,6 m	4,0 m	5,1 m
Udbredelse på tværs af skanneren	2,4 m	3,1 m	2,5 m	2,6 m	2,4 m	2,8 m

Figur 6: Eksempler på udbredelse af magnetfelt (Kilde: Indkøb & Medicoteknik)

Den Tekniske Afdeling på det enkelte hospital vurderer sammen med den medicotekniske rådgiver fra Indkøb & Medicoteknik respektafstand ved statisk magnetfelt fra MR-skanner (fringe fields) og passiv afskærmning med jern.

Indkøb & Medicoteknik anbefaler generelt, at der ikke er magnetfelter, som er kraftigere end 5 gauss (0,5 mT) i de områder, hvor patienter, pårørende mm. bevæger sig. Feltstyrker af denne størrelse kan påvirke pacemakere, og der skal derfor etableres passiv afskærmning af fringe fields, så MR-skanneren ikke er til fare for offentligheden. Derudover skal afstande og afskærmning i forhold til ikke at forstyrre selve skanneren indtænkes.

## 6 HYGIEJNE

For at reducere risikoen for smittespredning er det vigtigt at inddrage infektionshygiejniske aspekter i indretningen af skannerrum. Dette kan gøres ved at være opmærksom på adfærdregulerende indretning for både personale og patienter og ved hensyntagen til rengøringsvenlighed ved valg af udstyr, inventar, materialer og installationer.

Der afprøves flere steder "intelligente" desinfektionssystemer, som understøtter større systematik i personalets og patienternes hygiejniske adfærd. Der er desuden stor udvikling i nye hygiejniske materialer og metoder til desinfektion, rengøring og overfladebehandling. Ny teknologi anbefales undersøgt i forbindelse med designet af skannerrummet.

### TJEKBOKS

- Håndvask med tilhørende hygiejneudstyr, desinfektionsmiddel mv. anbefales placeret i forberedelsesrum og betjeningsrum, ikke i skannerrummet
- Overflader og inventar mv. skal være slidstærke og rengøringsvenlig og kunne tåle desinfektion
- Overgang mellem gulv og væg anbefales at være med hulkehl eller fodliste
- Rørføring og installationer anbefales at være skjulte
- Der anbefales så få vandrette flader som muligt. Skabe anbefales indbygget eller inddækket
- Berøringsfrit eller albuebetjent armatur anbefales
- Hånddesinfektionsmiddel placeres ved håndvask og dør til gang

## 6.1 Overflader

Generelt skal lofter, malede vægge og gulvbelægning være slidstærke og kunne tåle diverse rengøringsmidler og desinfektionsmidler. Overfladerne skal være glatte og lette at rengøre<sup>12</sup>. Af hensyn til rengøring af rummene bør skarpe hjørner undgås, hvorfor overgangen mellem gulv og væg anbefales at være med hulkehl eller fodliste. Hjørner kan med fordel afrundes. Hvis der anvendes persienner til afskærmning, anbefales disse at være monteret imellem glaslagene i ruden.

## 6.2 Installationer

Alle installationer placeres i Faraday-buret, som leveres af skannerleverandøren. Der kan således stilles nogle hygiejnekrav til leverandøren:

- Kanaler, rørføring og øvrige installationer anbefales skjulte, dog så vedligehold og rengøring kan ske på forsvarlig vis
- Armaturer skal være rengøringsvenlige og kunne tåle daglig rengøring med vand/sæbe og desinfektion med egnede desinfektionsmidler
- Installationer skal kunne tilgås uden for rummet.

## 6.3 Udstyr og inventar

For alt inventar gælder, at det skal have vaskbare, glatte og rengøringsvenlige overflader, som tåler daglig rengøring og desinfektion. Af hensyn til rengøring af rummene anbefales mest muligt inventar placeret på hjul eller væghængt.

## 6.4 Håndhygiejne og håndvask

Håndhygiejne på et hospital er yderst vigtig, da overførslen af smitte ofte sker via de bakterier, der sætter sig på hænder ved berøring af personer og genstande. Da vand leder radiobølger, kan der ikke anvendes en traditionel håndvask med traditionelle installationer i MR-skannerrummet. Der kan etableres en specialhåndvask, men på grund af de økonomiske omkostninger, anbefales det ikke at placere en håndvask i MR-skannerrummet. Derfor anbefales der udelukkende håndvask i betjeningsrummet. Ved håndvasken skal der være det nødvendige håndhygiejneudstyr såsom handsker, flydende sæbe og engangshåndklæder samt hånddesinfektionsmiddel<sup>12</sup>. Håndvask kan evt. integreres med bordplade og skabsarrangement.

Sæbe- og spritdispensere anbefales ophængt på væg, så eventuelt dryp rammer drypbakke eller håndvask, hvorved gulvet ikke beskadiges. Engangshåndklæder placeres tæt på håndvask og affaldskurv.

Håndvask skal være uden bundprop og overløbshul<sup>12</sup> og fuges ved væg.

Armatur anbefales at være rengøringsvenligt og berøringsfrit eller albuebetjent, med rengørings- og afkalkningsvenlige perlatorer.

---

<sup>12</sup> Statens Serum Institut (2013) *Nationale infektionshygiejniske retningslinjer for nybygning og renovering i sundhedssektoren*.

Der anbefales desuden hånddesinfektionsmiddel i alle rum med dør til gang. Farvelægning og materialevalg kan understøtte hygiejneadfærden og indikere forskellige hygiejnezoner i rummet.

## 7 INDEKLIMA

Det er afgørende for patientens helbredsforløb og for personalets arbejdsmiljø, at indeklimaet er godt og sundt. Et godt indeklima har blandt andet betydning for personalets koncentrations- og arbejdssevne og for patientens helingsforløb.

Det gode indeklima skabes gennem rummets udformning og brug, dvs. både de fysiske rammer, indretning, valg af installationer og anvendelse. Det er derfor vigtigt, at rum planlægges, projekteres og indrettes, så indeklimaet er tilpasset rummets aktiviteter, og at der gives mulighed for individuel indflydelse på indeklimaet. Derudover skal drift og vedligehold af bygningen kunne foretages på en måde, så det gode indeklima kan opretholdes i bygningens levetid. Dette stiller blandt andet krav til pladsforhold og placering af installationer, som kræver servicering.

### 7.1 Indeklimakategori

Designguide for hospitalsbyggeri anbefaler, at der planlægges efter at opnå den bedste indeklimakategori I jf. *DS/EN 15251* og kategori A jf. *DS/CEN/CR 1752* i rum, som anvendes til svage og sensitive personer, hvor der er høje forventninger til indeklimaet.

Det anbefales, at indeklimaet i betjeningsrum, ved beskriverplads og i MR-skannerrum dimensioneres efter denne indeklimakategori. Til eftervisning af indeklimaets niveau anbefales det at bruge et simuleringsprogram.

#### TJEKBOKS

- Det anbefales, at indeklimaet i betjeningsrum, beskriverplads og MR-skannerrum dimensioneres tilsvarende kategori I jf. *DS/EN 15251* og kategori A jf. *DS/CEN/CR 1752*

### 7.2 Temperatur

Temperaturen i rummene er afhængig af hvor meget varme, der tilføres, hvor stort varmetabet er, og hvor meget der evt. køles. Varmetilførslen sker internt fra personer, apparatur, belysning og opvarmningskilder samt eksternt ved varme fra solen. Temperaturforholdene skal tilpasses, så der opnås et godt indeklima<sup>13</sup>. Der henvises til fabrikantens anbefalinger for temperaturer i hhv. skannerrum og teknikrum. Kølebehov og kølemetode er afhængig af fabrikat og type af skanner. Varme fra it-udstyr mv. bør fjernes så tæt på kilden som muligt.

<sup>13</sup> Arbejdstilsynet (2001) *Bekendtgørelse nr. 96 om Faste arbejdssteders indretning*

## TJEKBOKS

- I MR-skannerrummet anbefales en rumtemperatur på 20-23 °C. Idealtemperaturen er 21 °C. Nogle skannere tåler ikke temperaturer over 21 °C
- I betjeningsrummet anbefales en rumtemperatur om vinteren på 21 °C +/- 1 °C og om sommeren på 23 °C +/- 1 °C
- I teknikrummet er temperaturen afhængig af leverandørspecifikationer i forhold til udstyr og udstyrets varmeafgivelse
- Ved beskriverpladsen anbefales en rumtemperatur om vinteren på 21 °C +/- 1 °C og om sommeren på 23 °C +/- 1 °C

### 7.2.1 Komfort

Komforttemperaturen er den temperatur, hvor de fleste er tilfredse med temperaturen i rummet.

### 7.2.2 Anbefalet temperatur

For at opnå den bedste indeklimakategori anbefales en rumtemperatur på 20-23 °C i MR-skannerrum. Idealtemperaturen er 21 °C, som antages at være den temperatur, hvor flest personer føler sig godt tilpas. Nogle skannere tåler ikke temperaturer over 21 °C.

I betjeningsrum anbefales en rumtemperatur om vinteren på 21 °C +/- 1 °C og om sommeren på 23 °C +/- 1 °C. Der kan være stor personbelastning i betjeningsrummet samt mange skærme og computere, der afgiver varme til rummet. Der kan derfor være behov for køling.

I teknikrummet afhænger temperaturindstillingen af leverandørspecifikationer i forhold til udstyr og udstyrets varmeafgivelse.

Der henvises i øvrigt til fabrikantens anbefalinger for temperaturer til hhv. skannerrum og teknikrum. Kølebehov og -metode er afhængig af fabrikat og type af skanner.

### 7.2.3 Toleranceoverskridelser ved beskriverplads og i betjeningsrum

Indførelse af toleranceoverskridelser er med til at sikre energiokonomiske løsninger, da den køleeffekt, der skal til for at fjerne overtemperatur i få timer, typisk vil kræve en større overdimensionering af ventilations- og køleanlæg. Toleranceoverskridelsen fastsættes individuelt for det enkelte rum baseret på rummets årlige brugstid såvel som krav til indeklimakategori.

Anbefalingerne fra *DS474*<sup>14</sup> kan anvendes som et mål for en maksimal toleranceoverskridelse i brugstiden, hvor den operative temperatur højst må overskride 26 °C i 100 timer og 27 °C i 25 timer i løbet af et typisk år. I *DS/EN 15251* accepteres ligeledes en toleranceoverskridelse på 3-5 % i forhold til de enkelte indeklimakategoriens maksimale temperaturer.

<sup>14</sup> Dansk Standard (474 (1993, inklusiv rettelsesblad 1:1995) *Specifikation af termisk indeklima*

## 7.3 Ventilation og luftkvalitet

Det skal sikres, at der er en god luftkvalitet i rummene<sup>15</sup>. For at have tilstrækkelig kontrol med luftskiftet skal der etableres mekanisk ventilation.

### TJEKBOKS

- Ventilationsbehovet afhænger af rummets forurenings- og varmebelastning. Der kan derfor ikke angives et generelt ventilationskrav
- En MR-skanner afgiver op til 4kW varme til rummet
- Nogle leverandører kræver et luftskifte på min. 500 m<sup>3</sup>/timen

### 7.3.1 Belastning

Ventilationsbehovet afhænger af rummets forurenings- og varmebelastning. Forureningsbelastningen stammer fra personer og deres aktiviteter samt fra bygningsmaterialer, inventar og udstyr. Varmebelastningen stammer fra varmetilførsel fra personer, belysning, udstyr samt fra solens påvirkning.

Forureningsbelastningen i rummet kan variere, da der, ud over patienten, vil være et forskelligt antal personer og pårørende i rummet.

Luftkvaliteten i hospitaler kan være kritisk på grund af de mange mikrobiologiske og kemiske stoffer og bakterier, som er til stede. Derudover kan medicoteknisk udstyr og it-udstyr forurene rumluften med afgasning af forskellige kemiske stoffer og i nogle tilfælde give et stort bidrag til varmebelastningen. En MR-skanner afgiver op til 4kW varme til rummet.

Byggematerialer og inventar, som afgiver skadelige dampe og støv eller som på andre måder kan være sundhedsskadelige eller generende, skal undgås. Det anbefales, at der vælges byggematerialer, der er mærket efter Dansk Indeklima Mærkning eller på anden vis er emissions-testede.

### 7.3.2 Anbefalet ventilation

Hvor meget ventilation der skal til for at fjerne den termiske belastning afhænger af det aktuelle bygningsdesign, intern varmebelastning fra apparatur, kunstig belysning, solindfald mv.

Der kan derfor ikke angives et generelt ventilationskrav i forhold til den termiske belastning. Det anbefales, at ventilationen er behovsstyret i skannerrum og betjeningsrum, så der generelt ventileres i forhold til belastning af rummene. Der bør være VAV-regulering af ventilationsluften, styret af temperatur og CO<sub>2</sub> måler.

Ventilation skal ske via teknikrummet. Indvendig udførelse af ventilationsløsning udføres af leverandøren af Faraday-buret.

<sup>15</sup> Arbejdstilsynet (2001) *Bekendtgørelse nr. 96 om Faste arbejdssteders indretning*



I betjeningsrummet kan der være stor personbelastning og varmeafgivelse. Luftsiftet og valg af køleprincip er afhængigt heraf. Middelluftshastigheden i rummet anbefales generelt ikke at overstige 0,15 m/s i opholdszonen om vinteren.

Ventilationsarmaturer skal placeres og dimensioneres, så der opnås en god og effektiv ventilering af rummet samtidig med at trækgener undgås. Træk fra ventilationsanlæg kan skyldes for højt luftsifte, for kold indblæsningsluft, uhensigtsmæssigt ventilationsprincip, armaturtype eller placering af armaturer.

## 7.4 Lys

Arbejdstilsynets krav om dagslys skal overholdes<sup>16</sup>.

Der er ikke krav om dagslys i skannerrum eller teknikrum, dog giver et vindue en bedre patientoplevelse i skannerrummet. Hvis der er vinduer ved beskriverplads og i betjeningsrummet, skal disse kunne mørklægges, idet dagslys påvirker den diagnostiske kvalitet negativt<sup>16</sup>.

Vinduer skal konstrueres, placeres og afskærmes, så solindfald ikke medfører overophedning af rummet, og gener fra direkte solstråling kan undgås.

## 7.5 Kunstig belysning

Den gode kunstige belysning er en balance mellem diffust og rettet lys.

Det er vigtigt, at lyset kan tilpasses rummets aktiviteter.

Belysningskilderne må ikke blænde personalet<sup>16</sup>. Desuden bør man undgå blænding af liggende patienter. Den almene rumbelysning skal være flimmerfri og have god farvegengivelse.

Ved beskriverplads skal belysningen kunne reguleres, så det kan dæmpes til 50 lux<sup>17</sup>.

### TJEKBOKS

- Der anbefales en generel rumbelysning på minimum 300 lux og god undersøgelsesbelysning i forberedelsesrummet på 1000 lux for personalet med  $Ra > 90$

### 7.5.1 Anbefalet belysning

Generelt anbefales en almen rumbelysning på minimum 300 lux<sup>17</sup>. Den almene rumbelysning anbefales at være med manuel dæmpning.

I forberedelsesrummet anbefales undersøgelsesbelysning på 1000 lux. Lyskilden til undersøgelsesbelysning skal have en god farvegengivelse, hvilket vil sige farvegengivelsesindeks  $Ra > 90$  og farvetemperatur på ca. 4000K, da der ved nogle undersøgelser skal lægges venflon i forberedelsesrummet.

<sup>16</sup> Arbejdstilsynet (2001) *Bekendtgørelse nr. 96 om Faste arbejdssteders indretning*

<sup>17</sup> DS/EN 12464-1:2011 *Lys og belysning – Belysning ved arbejdspladser – Del 1: Indendørs arbejdspladser*

Belysningen installeres af kabineleverandøren i forbindelse med skannerinstallationen. MR-kompatibel LED-belysning kan med fordel installeres.

Det anbefales, at der installeres dynamisk lys i skannerrum og forberedelsesrum, så lyset kan tilpasses den aktuelle arbejdsfunktion. Desuden anbefales, at der installeres farvet lys ved beskriverplads og i betjeningsrum, da dette understøtter et godt kontrastforhold mellem skærm og omgivelser og øger øjets evne til at slappe af.

	1. Traditionel belysning med loftarmaturer	2. Traditionel belysning med loftarmaturer med dæmpning	3. Dynamisk belysning	4. Farvet belysning
Skannerrum			X	
Betjeningsrum				X M
Beskriverplads				X M
Forberedelsesrum		(X)	X	
Omklædning	X			

X: Anbefales

M: Behov for mørklægningsmulighed

(X): Kan overvejes

## 7.6 Lyd og rumakustik

For at opnå et godt indeklima er det nødvendigt, at lyd- og akustikforhold er gode. Rummet skal derfor være passende lyddæmpet, og der skal være fokus på støj genereret fra kilder både i og udenfor rummet. Ifølge Arbejdstilsynet skal al unødigt støj undgås, hvilket betyder, at hvis støj kan reduceres med simple midler, skal støjreducerende tiltag foretages, også selvom Arbejdstilsynets støjgrænser ikke er overskredet<sup>18</sup>.

### TJEKBOKS

- Fokus på lav efterklangstid og god taleforståelighed i både forberedelsesrum, skannerrum og betjeningsrum
- Støj fra installationer, tilstødende rum og omgivelser skal overholde gældende krav
- En MR-skanner afgiver støj under skanningen, op til 125-130 dBA

<sup>18</sup> Arbejdstilsynet (2006) *Bekendtgørelse nr. 63 om Beskyttelse mod udsættelse for støj i forbindelse med arbejdet*

### 7.6.1 Anbefalet støjniveau

Det er vigtigt at have fokus på reduktion af støj i betjeningsrum på grund af antal personaler og støj fra MR-skanneren i det tilstødende skannerrum.

Der anbefales en lav efterklangstid i skannerrum og betjeningsrum samt ved beskriverplads, og der skal være opmærksomhed på god taleforståelighed omkring lejet i skannerrum og i betjeningsrum. Baggrundsstøj fra tekniske installationer, tilstødende lokaler og omgivelser skal overholde gældende krav<sup>19</sup>. For at skærme for lyd til naborum bør væggene have tilfredsstillende lydisolans.

En MR-skanner afgiver støj, op til 125-130 dBA under skanning. Patienter benytter derfor høreværn under skanningen. Vægkonstruktion til betjeningsrum skal afskærme mod støjgener, og det anbefales, at denne planlægges i et samarbejde med leverandøren.

Et dobbeltvindue mellem betjeningsrum og skannerrum kan være en god løsning for at reducere støj i betjeningsrummet. Støjen fra en MR-skanner kan forplante sig i husets konstruktion samt via ventilationsrør. Især etagen nedenunder et MR-skannerrum kan være udsat, hvilket der skal tages højde for.

## 8 INSTALLATIONER

### TJEKBOKS

- Der må ikke være andre installationer i MR-skannerrum end dem, der vedrører rummet

Leverandøren leverer oftest rummets installationer som belysning, ventilation, ilt, sug og trykluft i panel mv. Forsyninger til MR-skanneren (el, vand, køl og ventilation) skal gennem et filter igennem Faraday-buret. Placering af til- og fraførsler aftales med leverandøren.

Køleanlæg skal placeres, så eventuelle utætheder ikke forårsager skade på apparaturet. Hospitalet leverer fremføringskanaler, som leverandøren kan koble sig på. Installationer føres fra teknikrum, der skal placeres i direkte forbindelse med skannerrum<sup>20</sup>.

Der må ikke være andre installationer i MR-skannerrum end dem, der vedrører rummet.

Der skal etableres et quench-rør fra MR-skannerens gantry til det fri<sup>20</sup>. Røret benyttes i forbindelse med udledning af helium blandt andet i forbindelse med nedlukning.

<sup>19</sup> Arbejdstilsynet (2006) *Bekendtgørelse nr. 63 om Beskyttelse mod udsættelse for støj i forbindelse med arbejdet*

<sup>20</sup> Philips planning guide: *Planning Reference Data. System Requirements. Ingenia 3.OT Omega HP Gradient December 2010 (Rev. 01)*

Der skal etableres nødstop til strømforsyning og magnet<sup>20</sup>. Det anbefales, at der etableres 2 nødstop til magneten, placeret i henholdsvis skannerrum og betjeningsrum.

Det anbefales, at der etableres samtaleanlæg/alarm fra patient til personale i betjeningsrum. Leverandøren leverer samtaleanlæg og videoanlæg.

### 8.1 Heliumafkast (quench-rør)

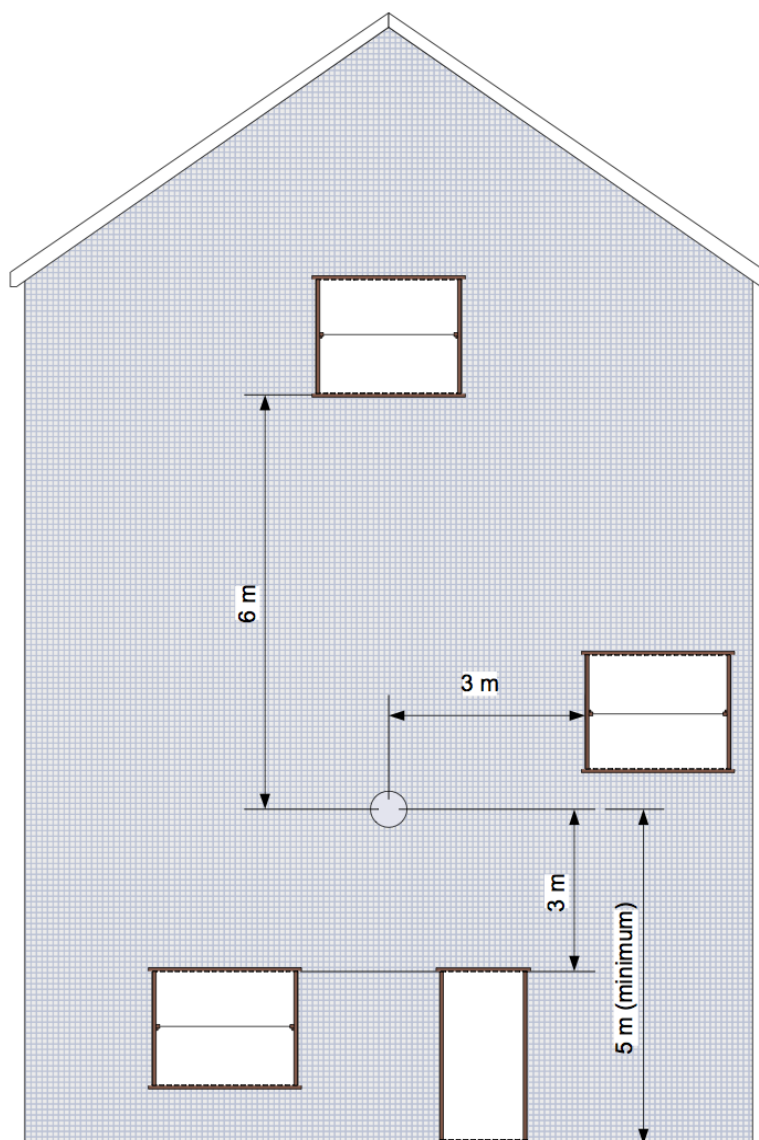
MR-skannere indeholder store mængder flydende helium (op til 1300 liter). Ved nødstilfælde eller fejl på skanneren kan man risikere, at magneten quencher, hvilket betyder, at helium går fra flydende form til gasform. Hver liter flydende helium bliver til 800 liter gas. Hvis alt helium i en skanner fordamper, dannes over 10.000 kubikmeter gas. Denne gas skal ledes ud, hvilket sker via et særligt rør (quench-rør)<sup>20</sup>. Quench-røret skal lede ud i fri luft og være så kort som muligt og med så få bøjninger som muligt. Et længere rør eller flere bøjninger medfører, at rørets tykkelse øges.

Hver MR-skanner har brug for sit eget quench-rør og kan således ikke dele quench-rør med andre skannere. Der er særlige sikkerhedskrav til, hvor røret må ende.

Nedenfor er vist forskellige afslutninger af quench-rør og et diagram over minimumsafstande til mennesker og oplukkelige vinduer.



Figur 7: Eksempler på quench-rør i facaden, Aarhus Universitetshospital og Regionshospitalet Viborg.



Figur 8: Eksempel på afstandskrav fra quençh-rør til oplukkelige vinduer, jf. Siemens Planning guide.

## 9 KONSTRUKTIONER

Kommende hospitalsbyggerier anbefales planlagt, så bygningsmassen kan tilpasses ændringer i organisering, aktivitet og teknisk udvikling mange år fremover.

### TJEKBOKS

- Gulvkonstruktionen skal kunne modstå belastninger fra tungt udstyr, op til 12 tons
- Det anbefales, at afskærmning af vægge, gulve, lofter, vinduer og døre sker i samarbejde med skanner-leverandøren
- Gulv i "rårummet" skal være sænket 110 mm i forhold til omliggende gulv

Udformningen af MR-skannerrum med tilhørende birum vil have indflydelse på, om fremtidige krav til nye specialeopdelinger, diagnosegrupper, patientkrav, nye udstyrstyper og organisering af nye arbejdsprocesser kan imødekommes med færrest mulige ombygninger og renoveringer.

### 9.1 Konstruktion

Gulve skal konstrueres med henblik på at kunne bære meget tungt udstyr. Gulvkonstruktionen dimensioneres til en belastning på op til 12 ton. Det samme gælder for transportvejen for skannere gennem bygningen, da det er vigtigt, at der er mulighed for at skanneren kan komme ind i bygningen ved etablering og udskiftning, evt. ved at en del af facaden kan afmonteres. Det er også nødvendigt at være opmærksom på, at dørhøjde og dørbredde giver mulighed for senere transport/udskiftning af skanner og skannermagnet. Se desuden tekniske specifikationer i bilag.

Gulvbelægningen skal kunne tåle høj belastning, f.eks. fra tungt udstyr, seng med bariatrisk patient mv.

MR-skannere støjer kraftigt, og støjdemping er derfor vigtig. Generel dæmpning sker i konstruktionsvalg, mens øvrig afskærmning mod støj udføres i samarbejde med skannerleverandøren. Det kan være en løsning at placere skanneren på en flydende gulvkonstruktion/et gummiunderlag, der dæmper svingninger til omgivelserne.

#### 9.1.1 Radiotæt bur (Faraday-bur)

MR-skannere forstyrres af radiobølger, og en MR-skanner skal derfor installeres i et Faraday-bur, som er et "radiodødt" rum, der udelukker alle radiobølger, der måtte komme udefra<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Philips planning guide: *Planning Reference Data. System Requirements. Ingenia 3.OT Omega HP Gradient December 2010 (Rev. 01)*

Faraday-buret placeres i et "rårum" og selve buret leveres af skannerleverandøren, som også leverer døre og vinduer til skannerrum. Dørene er dog ikke brandgodkendte, hvorfor der kan være behov for en ekstra dør.

Forsyninger til MR-skanneren (el, vand, køl og ventilation) skal gennem et filter igennem Faraday-buret. Placering af til- og fraførsler aftales med skannerleverandøren.

Det er vigtigt at gulvkonstruktionen i skannerrummet er sænket i forhold til omgivende gulv, da der skal være niveaufri adgang til skannerrum efter montering af Faraday-bur. Gulvet i rårum skal være sænket 110 mm i forhold til omliggende gulvkote.

Det kan være nødvendigt at afskærme skanneren med stålplader, der stopper magnetfeltet. Stålet kan dog ikke monteres direkte under skanneren, hvorfor det som oftest er nødvendigt at montere en stålplade i loftet på etagen under MR-skanneren i et felt på op til 8 x 4 meter centreret omkring isocentret. Denne plade skal gå ind over eventuelle skillevægge. Det kan også være nødvendigt at montere stål på væggene. Stålpladernes placering beregnes af skannerleverandøren. Behovet for afskærmning afhænger af magnetens styrke, rummets størrelse og metal i omgivelserne. Rummets dimensioner spiller ligeledes en rolle for afskærmning med metalplader. Et smalt rum stiller ekstra krav til stålafskærmning i vægge, gulv og loft. Minimum rumbredde er cirka 6 m.

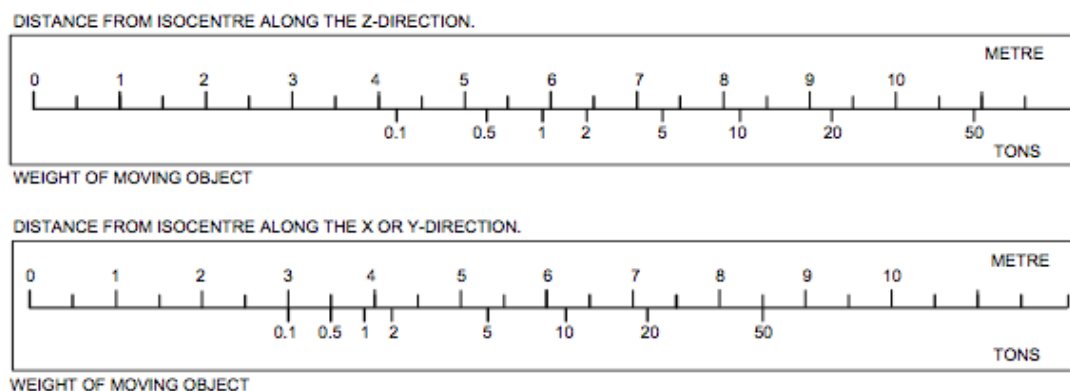


*Figur 9: Foto af Faraday-bur ved placering i rårum.*

### **9.1.2 Bevægeligt metal**

En MR-skanner er meget følsom overfor større mængder bevægeligt metal (både over/under og rundt om skanneren). Dette kan f.eks. være et problem, hvis der kører biler eller lastbiler tæt på skannerrummet, eller hvis der er en elevator tæt på (kontravægt).

Philips har udarbejdet en oversigt over massen af stål, i forhold til hvilken afstand den skal have til skanneren.



Figur 10: Oversigt over massen af stål i forhold til hvilken afstand den skal have til skanneren.

## 9.2 Fremtidssikring

Det er vigtigt, at der bygges med henblik på forandring. Planlægning, projektering og opførelse af større byggeprojekter kan ofte strække sig over adskillige år, og det kan derfor allerede undervejs i byggeperioden være nødvendigt at ændre på indretning mv.

Mock-up og simulationer kan anvendes til afprøvning af indretning og udstyr samt medvirke til fremtidssikring af rum. Samtidig kan en mock-up visualisere arbejdsgange og arbejdsmiljørelaterede problemstillinger og dermed medvirke til optimering af personale- og patientsikkerhed. Det er ligeledes vigtigt, at skannerrummet indrettes til brug for flere forskellige skannertyper. For at fremtidssikre kommende projekter anbefales det, at der planlægges med en stor grad af generalitet og fleksibilitet.

### 9.2.1 Generalitet

Ved generalitet forstås de bygningsmæssige rammers mulighed for anvendelse til forskellige formål afhængigt af behov uden at ændre rummets geometri. Generalitet kan opnås ved at anvende standardrum i så stor udstrækning, som det er muligt.

### 9.2.2 Fleksibilitet

Ved fleksibilitet forstås rummets mulighed for ombygning i takt med ændrede behov. Det stiller krav til bygningens statiske opbygning, så ombygninger kan foretages med mindst mulig indgriben i de bærende konstruktioner. Det stiller ligeledes krav til de tekniske installationer, der skal udføres, så kommende ombygninger kan ske med mindst mulig forstyrrelse af nærliggende rum og etager.

Ændringer i brugsmønstre kan medføre behov for at kunne tilføje nye installationer samt renovere og udskifte de eksisterende installationer. Det skal tilstræbes, at det kan ske med så begrænsede bygningsmæssige ændringer som muligt.



## 10 PLADSKRAV OG INDRETNING

### Generelt

Når et rum skal planlægges, er det afgørende, at både de pladsmæssige forhold og indretningen er tilpasset de funktioner, der skal udføres. Gode pladsforhold og en optimal indretning er med til at sikre mulighed for hensigtsmæssige arbejdsforhold og effektive arbejdsgange. Dermed kan skader og nedslidning for personalet forebygges, samtidig med at sikkerheden øges for patienterne.

I planlægningen af MR-skannerrummet skal der f.eks. tages højde for lejringer, kontraststoffer, anæstesi, og der vil være forskellige typer patienter, der skal opholde sig i rummet. Mængden af udstyr og antallet af personaler er ligeledes definerende for rummets samlede areal.

Leverandøren leverer inventar inkl. indvendige vægge, så arealanbefalingerne, skal rummes inden for leverandørens færdige rum.

### 10.1 Adgangsforhold

#### Generelt

Det forudsættes, at der er niveaufrie færdselsforhold i afdelingen. Hvis dette ikke er muligt, skal der kompenseres med passende elevator<sup>22</sup>.

Adgangsforholdene skal sikre fri og uhindret adgang til de forskellige rum. Det er derfor vigtigt at vurdere, om der kun skal passere personer, eller om der også skal passere udstyr og eventuelt personale ved siden af udstyret.

Mellem skannerrum og betjeningsrum er der hyppig passage, hvilket fordrer, at dørene er let betjente og tilstrækkeligt brede.

Om en dør er tilstrækkelig bred afhænger ikke kun af bredden på dét, der skal passere gennem, men også af pladsforholdene på hver side af døren. Hvis pladsforholdene på den ene eller begge sider af døren medfører, at en seng eller et lege skal køres skråt gennem døren, fordrer dette en bredere dør end de nedenfor nævnte mål.

Følgende dørbreder anbefales<sup>23</sup>:

- 10M dør: Ved gående adgang og almindelig kørestol
- 12M dør: Ved adgang for gående patient med støtte af personale
- 15M dør: Ved sengeadgang
- 17M dør: Ved traumesituationer, hvor der skal være uhindret adgang for skadeleje med udstyr og personale på begge sider

---

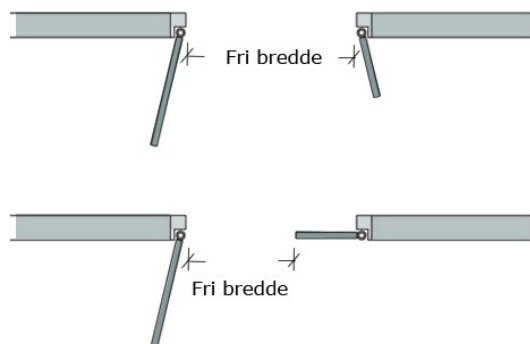
<sup>22</sup> Dansk Standard (2001) *Tilgængelighed for alle*

<sup>23</sup> Plambeck og Bøgedal (2012) *Pladskrav og indretning til svært overvægtige*.

Ved adgang for store og tunge patienter anbefales følgende<sup>24</sup>:

- 12M dør: Selvhjulpne gående
- 13M dør: Gående med rollator
- 17M dør: Sengetransport og kørestolsbruger med hjælper

Den frie dørbredde er ca. 13 cm mindre end M-målet (f.eks. 12M = ca. 107 cm fri dørbredde), den frie bredde kan dog variere afhængig af dørtype og dørfabrikat.



*Fri dørbredder/fløjddøre (skydedøre kan også anvendes, ej vist).*

Døre bredere end 12M anbefales som skydedør eller to-fløjet, så det kun er nødvendigt at åbne den ene del af døren ved almindelig passage. Denne del anbefales at have en fri passage på minimum 90 cm, så der også er fri passage for kørestolsbrugere.

Valg mellem fløj- eller skydedør træffes ud fra en samlet vurdering af adgangs- og pladsforhold i hvert enkelt tilfælde.

Dørgreb skal kunne nås af såvel gående som kørestolsbrugere og placeres i højden 100-105 cm.

På dørene til skannerrummet anbefales dørautomatik og automatisk lås, som slår til ved skanning, med låseindikator på begge sider af døren.

Det anbefales, at der anvendes stålkarme med forkrøppede hængsler, så dørpladens bagkant drejer væk fra døråbning. For at mindske skader på døre ved påkørsel anbefales massive dørplader med laminatplade eller stålplade i hele dørpladens bredde og fra bunden af døren og op til ca. 120 cm højde.

Der anbefales dørautomatik på dørene til skannerrummet samt automatisk lås, som slår til ved skanning, med låseindikator på begge sider af døren.

<sup>24</sup> Plambeck og Bøgedal (2012) *Pladskrav og indretning til svært overvægtige*

Hvis der monteres dørautomatik anbefales det, at denne har berøringsfri sensor. Sensoren kan være hånd- eller fodbetjent og placeres i håndhøjde (100-105 cm) eller i fodhøjde (15-20 cm).

I det følgende afsnit beskrives adgangsforhold, der gælder specifikt for de forskellige rum.

### **MR-skannerrum**

Det anbefales, at indrette skannerrummet, så der er direkte adgang for patienter gennem forberedelsesrummet via en 15M dør. Ofte opsættes skydedør til skannerrum, så der er plads til lejet. Døren fra forberedelsesrum til skannerrum leveres som en del af det samlede skannerrum.

For personale anbefales direkte adgang til skannerrummet fra betjeningsrummet med en 10M dør.

### **Betjeningsrum**

Der skal være adgang fra gangareal for gående og kørestolsbrugende personale, hvilket minimum kræver en 10M dør.

### **Beskriverplads**

Der skal være adgang for gående og kørestolsbrugende personale, hvilket minimum kræver en 10M dør.

### **Teknikrum**

Der skal være adgang via en 10M dør.

### **Forberedelsesrum**

Da der skal være adgang med seng til rummet, anbefales en 15M dør. Der anbefales skydedør eller en to-fløjet dør, hvor den "gående" del har en fri passage på minimum 90 cm, så der er adgang for kørestolsbrugere. Hvis der skal være adgang for bariatriske/intensive/meget plejkrævende patienter gennem forberedelsesrummet, anbefales en 17M dør. Hvis der er direkte adgang til rummet via betjeningsrummet anbefales en 10M dør.

## **10.2 Dimensionering**

### **Skannerrum**

Dette afsnit beskriver de arealkrævende funktioner, inventar og apparatur, som definerer MR-skannerrummets endelige størrelse og udformning, samt anbefalinger til den hensigtsmæssige indretning af rummet.

Rummets størrelse er afhængigt af skannerleverandør. Det er vigtigt at overveje perspektivet i forhold til de fremtidige skannere. Vær opmærksom på, hvor langt skanneren kan rulle ud, da der skal være plads til personalet også i yderpositioner.

Ved indkøb af en MR-skanner skal der være meget opmærksomhed på de krav og specifikationer, leverandøren stiller. Der stilles typisk krav til følgende parametre:

- Rummets minimumsareal
- Skannerens placering i rummet i forhold til skannerens magnetfelt
- Placering og betjening af teknik

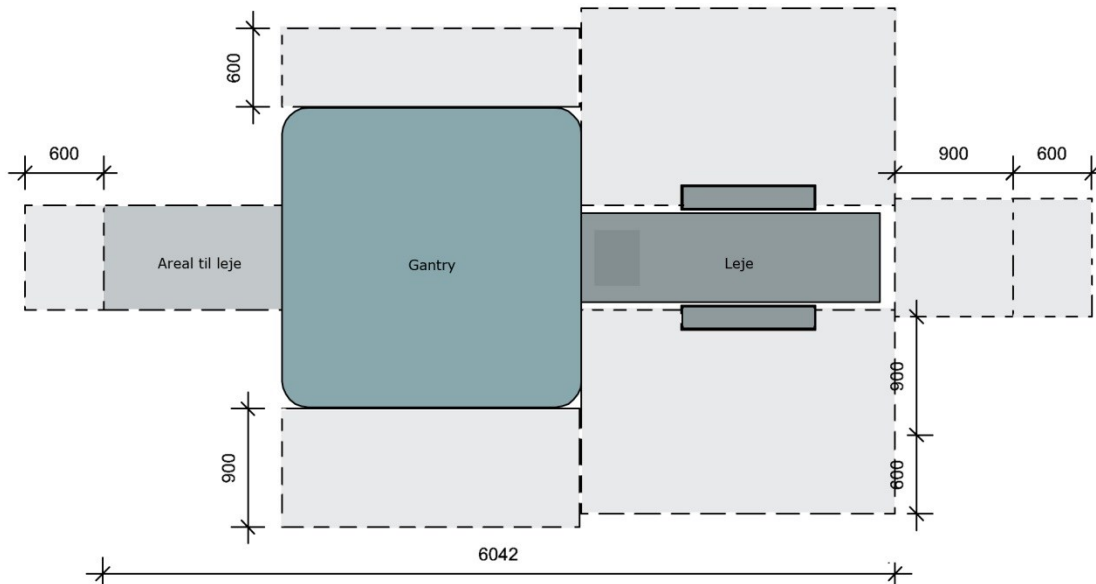
### Arbejdsarealer ved skanner

Der skal dimensioneres med følgende:

Inventar/udstyr	Pladskrav
Anæstesi og arbejdsareal ved hovedenden af MR-skanner	60 cm passage – arbejdsareal for bl.a. anæstesi er ved siden af skannerlejet Bariatrisk patient: Ingen ekstra pladskrav
Lejring og arbejdsareal ved en side af MR-skanner	150 cm (90 cm til arbejdsareal + 60 cm passage) Bariatrisk patient: Ingen ekstra pladskrav
Lejring og arbejdsareal ved fodenden af MR-skanner	150 cm (90 cm til arbejdsareal + 60 cm passage) Bariatrisk patient: Ingen ekstra pladskrav

Figur 11: Arbejdsarealer ved skanner

Det er en fordel at betjeningsrum er placeret, så personalet kan observere patienten fra patientens fodende.



Figur 12: Illustration af arbejdsarealer omkring skanner og leje.

## Betjeningsrum

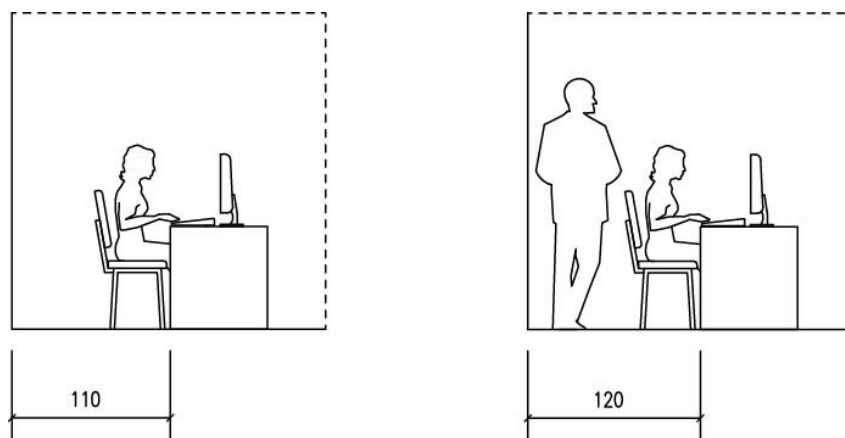
I betjeningsrummet foregår betjeningen af MR-skanneren under skanningen.

Hvis der projekteres med flere skannere, kan ét betjeningsrum indrettes til at betjene to skannere. Hvis ét betjeningsrum skal betjene to skannere, bør det være samme type skanner (CT-CT eller MR-MR).

Arbejdet med skannerens betjening, dokumentation, registrering, samt kontrastsprøjte er én samlet arbejdsfunktion, som udføres af en til to personer. Der skal derfor være én betjeningsarbejdsplads – et arbejdsbord – som har plads til fire skærme (to til selve skannerens betjening, én til RIS og én til kontrastsprøjten). Bordet skal desuden være tilstrækkelig dybt til også at kunne rumme betjeningskonsoller til skanneren, kontrastsprøjten, samtaleanlæg mm. Der skal være plads til, at 2-3 personer kan sidde ved denne betjeningsplads, men det er uhenigtsmæssigt, at de fire skærme hæves/sænkes adskilt, da de betjenes af samme person.

Der anbefales en separat højdejusterbar arbejdsstation til drifts-pc, EPJ, mv. Endvidere anbefales en beskriverplads i eller i tæt tilknytning til betjeningsrummet. Beskriverpladsen placeres på et separat højdejusterbart arbejdsbord.

Der skal være en borddybde på minimum 70 cm + 120 cm fra bordkant til væg, så der er plads til stol og passage<sup>25</sup>.



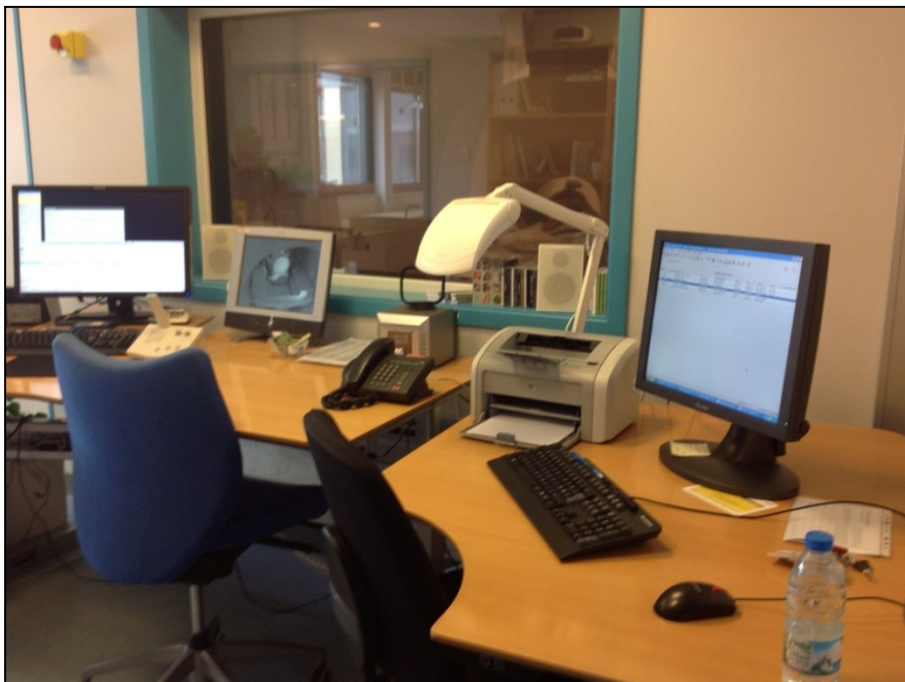
*Figur 13: Bag ved en arbejdsplads skal der være plads til passage. Bag en siddende arbejdsplads skal der være 110 cm friplads. Hvis der skal passere personer bag den siddende arbejdsplads, skal der være 120 cm friplads<sup>25</sup>.*

Patienten skal kunne observeres fra betjeningsrummet. Der skal derfor være rude mellem betjeningsrummet og skannerrummet. Ruder placeres således, patienter ikke kan se hinanden fra skannerrum til skannerrum. De områder, man ikke kan se fra betjeningsrummet, skal være

<sup>25</sup> Arbejdstilsynet (2008) *AT-vejledning A.1.15., Arbejdspladsens indretning og inventar*

dækket af patientovervågningskameraer. Skærmene til at se billederne fra kameraerne skal monteres, så de er lette at se fra arbejdsstationen i betjeningsrummet. Der skal være samtaleanlæg, så betjeningspersonalet kan kommunikere med patienten under skanningen.

Der skal være opbevaringsplads til opslagsbøger mv. Der skal være dagslystilgang til rummet<sup>26</sup>, og rummet skal kunne mørklægges.



*Figur 15: Eksempel på betjeningsbord til venstre samt bord til drifts-pc til højre. Regionshospitalet Horsens.*

### **Beskriverplads**

Umiddelbart i nærheden af MR-skanner og betjeningsrum anbefales der at være et passende antal arbejdsstationer, hvor personalet kan se billeder, beskrive og dokumentere. Det anbefales at være så tæt på skannerrum og betjeningsrum, at røntgenoperatøren umiddelbart kan få fat i dette personale, men alligevel afsides, så der er arbejdsro.

Borde skal være individuelt højdejusterbare med en borddybde på minimum 80 cm på grund af skærmetyper. Der skal være 120 cm fra forkanten af bordet til væggen bag arbejdspladsen, så der er plads til stol og passage<sup>27</sup>.

Der skal være dagslystilgang til rummet<sup>26</sup>, og rummet skal kunne mørklægges, da dagslys kan påvirke den diagnostiske kvalitet negativt.

### **Teknikrum**

Teknikken til en MR-skanner placeres i et særskilt rum, da teknikken både støjer og afgiver meget varme. Rummet skal derfor isoleres, så der ikke afgives generende støj til de omgivel-

<sup>26</sup> Arbejdstilsynet (2007) *AT-vejledning A.1.11, Arbejdsrum på faste arbejdssteder*

<sup>27</sup> Arbejdstilsynet (2008) *AT-vejledning A.1.15, Arbejdspladsens indretning og inventar*

de rum, samt være udstyret med afkøling. Teknikrum placeres umiddelbart i nærheden af skannerrum, da kablerne fra skanneren til teknikken har en fast længde. Tjek med leverandøren, hvilke længder kablerne leveres i.

Teknikrum skal kunne betjenes uafhængigt af skannerrum. Det skal være let tilgængeligt og have en størrelse, så der er plads til let at tilgå udstyret, når det skal serviceres.



*Figur 16: Eksempel på teknikrum, Aarhus Universitetshospital.*

### **Forberedelsesrum**

I planlægningen af forberedelsesrummet skal der tages højde for, at rummet vil være præget af pladskrævende aktiviteter<sup>28</sup>. Det vil være mange forskellige typer patienter, der skal opholde sig i rummet. Mængden af udstyr og antallet af personaler er ligeledes definerende for rummets samlede areal.

I forberedelsesrum til bariatriske/svært plejkrævende patienter, skal der være plads til både seng, leje, apparatur samt det nødvendige antal personaler (op til 4 personer) til forflytninger, lejringer, forberedelse af patienten til skanningen mv. Sengen skal kunne komme ind i forberedelsesrummet og let kunne placeres ved siden af MR-lejet. Vær opmærksom på størrelse af seng til bariatriske patienter.

Det anbefales, at rummet etableres med loftlift. Der skal være plads til opbevaring af forflytningshjælpemidler og spoler (rammer til at lejre patienterne i) i forskellige størrelser – disse er tunge og uhåndterbare og placeres hensigtsmæssigt i forhold til højde og afstand.

---

<sup>28</sup> Arbejdstilsynet (2004) *AT-vejledning D.3.3, Forflytning, løft og anden manuel håndtering af personer*

Der er brug for ekstra plads ved forflytning af bariatriske patienter – se nedenstående pladskravsanvisninger. Rummet anbefales placeret, så det er let at komme ind i skannerrummet med lejet. Der skal være håndvask.

Inventar/Udstyr	Pladskrav
Anæstesi og arbejdsareal ved hovedenden af seng/MR-leje	60 cm passage – arbejdsareal til anæstesi mm. er ved siden af seng/leje. Bariatrisk patient: Ingen ekstra pladskrav
Lejring og arbejdsareal ved fodenden af seng/MR-leje	150 cm (90 cm til arbejdsareal + 60 cm passage) Bariatrisk patient: Ingen ekstra pladskrav
Forflytning fra skadeleje til MR-skanner fra fodende. Dette er kun aktuelt, hvis det vælges, at der kan forflyttes fra skannerens fodende ved traume.	260 cm for enden af MR-leje – er IKKE indtegnet på illustration af arbejdsarealer
Forflytning fra seng eller kørestol til MR-leje	90 cm på én side af seng og leje til flere personaler ved siden af hinanden + 60 cm til passage. På modsatte side af seng og leje skal være en vendediameter på Ø 200 til forflytning fra seng eller kørestol. 60 cm til passage ved begge ender af seng og leje Bariatrisk patient: 110 cm på én side af seng og leje til flere personaler ved siden af hinanden + 60 cm til passage. På modsatte side af seng og leje skal være en vendediameter på Ø 250 cm til forflytning fra seng eller kørestol 60 cm til passage ved begge ender af seng og leje
Forflytning med loftlift	Minimum vendediameter Ø 150 cm Bariatrisk patient: Ø 200 cm
Vending/forflytning m/kørestol	Minimum vendediameter Ø 200 cm Bariatrisk patient: Ø 250 cm
Friareal til placering af sejl i kørestol	(Bredde x Længde) 190 x 250 cm Bariatrisk patient: 280 x 310 cm
Mobilisering med gangstativ eller rollator	Minimum Ø: 140 cm Bariatrisk patient: Ø 175 cm

Figur 17: Arbejdsareal i forberedelsesrum.

### Omklædningsrum

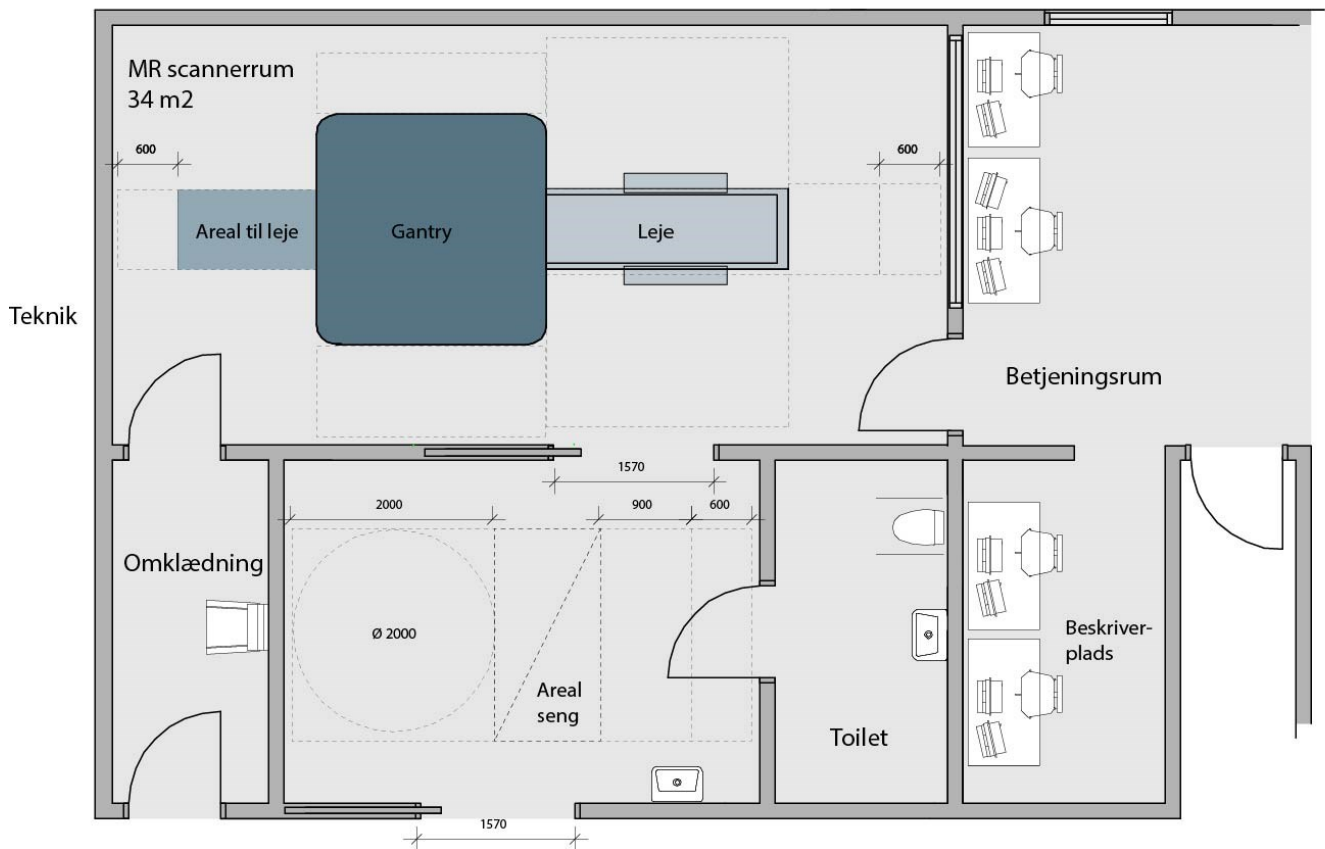
Af hensyn til effektiviteten anbefales det at indrette 2 omklædningsrum til hver skanner, så patienter ikke skal vente med at klæde sig af til den forrige patient er færdig med at klæde sig på efter skanning. Dør fra omklædning anbefales at have udgang til fælles gang og ikke til forberedelsesrum.

### Depotrum

Til ekstra udstyr, anæstesiudstyr, lejer og apparatur.



### 10.3 Eksempel

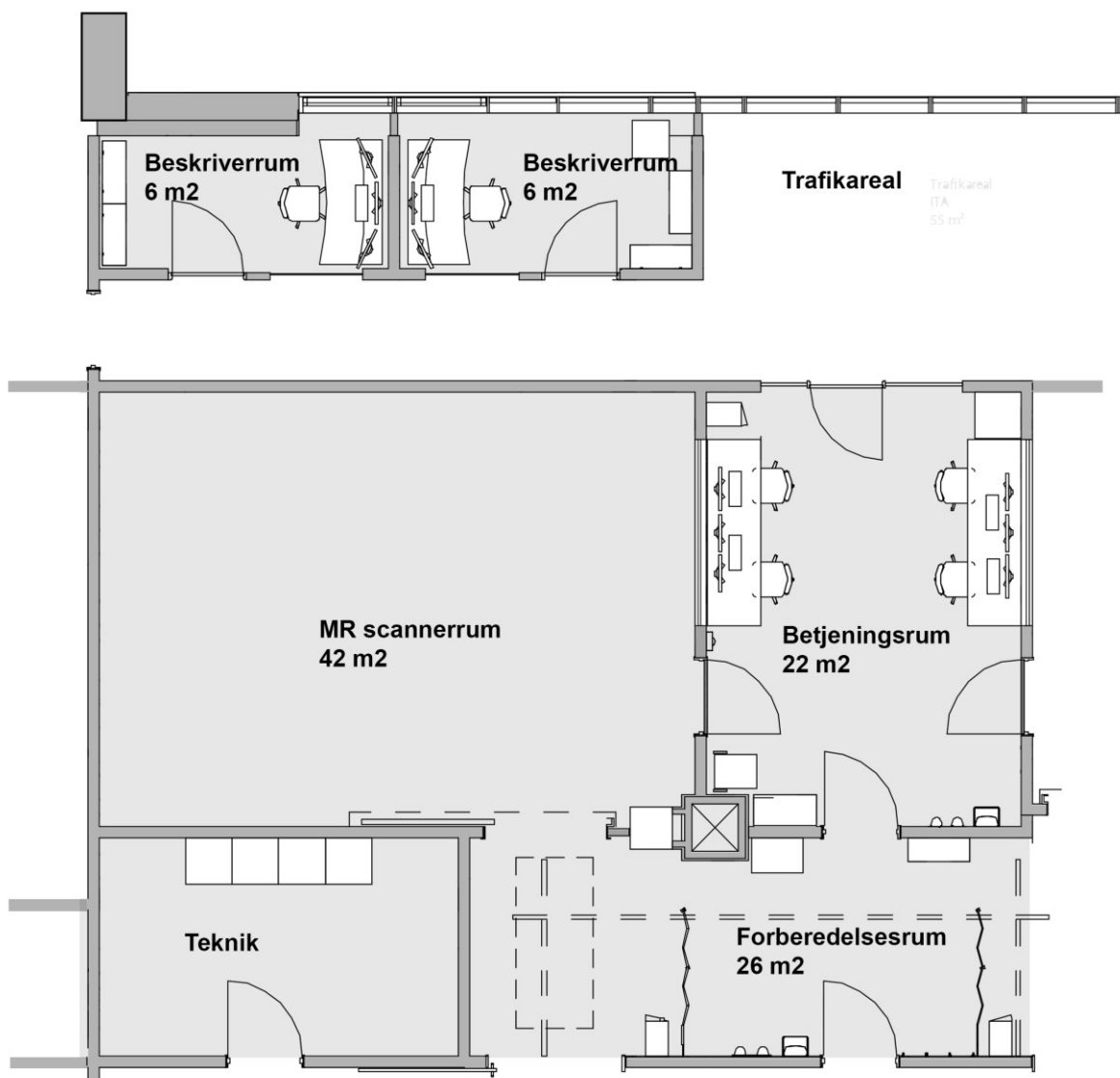


Figur 18: Eksempel på indretning af MR-skannerrum med tilhørende støttefunktioner. Skannerrummet er 34 m<sup>2</sup>.

Skannerens størrelse kan variere, afhængigt af leverandør. Ovenstående eksempel er skitseret ud fra dimensionerne på en af de største skannere. I forhold til fleksibiliteten kan det være en fordel at teknikkummet ligger bag gantryet, da pladskravene til teknikkummet kan variere afhængigt af skannerleverandørens anbefalinger.

I eksemplet er der lagt vægt på, at personalet har godt udsyn til skanner og leje fra betjeningsrummet, og at skannerrummet tilgodeser designguidens anbefalede arbejdsarealer. For at muliggøre effektive arbejdsgange kan personalet bevæge sig uafhængigt af aktiviteten i skannerrummet, ligesom der er skabt mulighed for et effektivt patientflow med to omklædningskabiner/forberedelsesrum til patienter. Et af disse rum er vist som forberedelsesrum med plads til omlejring af sengeliggende patienter.

Ved to eller flere MR-skannerrum kan betjeningsrummet være fælles, ligesom det kan overvejes, om der kan etableres fælles forberedelsesrum til liggende patienter.



Figur 19: Eksempel på indretning af MR-skannerrum på Regionshospitalet Gødstrup med tilhørende støttefunktioner. Skannerrummene er 'spejlet' om betjeningsrummet. Skannerrummet er 42 m<sup>2</sup>.

## 11 INVENTAR/TJEKLISTE

### 11.1 Fast inventar

Dette afsnit indeholder en liste over det inventar og udstyr, der anbefales plads til i MR-skannerrum, patientrelaterede birum, betjeningsrum og teknikrum. Alt løst udstyr, der skal bruges i selve skannerrummet, SKAL være antimagnetisk.

Der bør tages kontakt til leverandøren af skanneren for en nærmere specifikation af, hvilket udstyr og hvilke materialer der kan/må benyttes i skannerrummet, samt afklaring af, om det er leverandøren eller afdelingen, der sørger for det forskellige udstyr.

#### MR-skannerrum

- Kontrastsprøjte placeres på væg i samme ende som gantryet – gerne mulighed for at kunne forbinde patienten til sprøjten fra begge sider, da nogle patienter skannes med hoved, andre med fødder først
- Gas og sug placeres på væg i samme ende som gantryet (tjek med leverandøren, hvad der kan lade sig gøre). Vigtigt at undgå ledninger på gulv
- Patientovervågningskamera til de områder man ikke kan se fra betjeningsrummet. Typisk opsættes kameraer, så det er muligt at overvåge patienten fra begge sider af gantry. Dette afhænger af den præcise placering af skanner ift. indkig fra betjeningsrum
- Skabe/hylde til skannerudstyr (spoler/coils), linned mv. placeres i nærheden af lejet
- Bordplads til aflægning
- Ophæng til håndsprit
- Loftmonteret håndtag i rullesele, som patienten kan trække sig op fra lejet med. Skal placeres i loftet midt over lejet, når dette er i udgangsposition
- Oplysningsskærm (med bl.a. CPR-nummer) Dette opnås f.eks. ved:
  - at CPR-nummer er synligt på skannerskærme
  - at opstille en "slavemonitor", som gengiver skærmen fra betjeningsrummet
  - at vise CPR-nummer i LCD display ved ruden til betjeningsrummet

#### Betjeningsrum

- Én arbejdsplads til følgende udstyr (selv computerne til disse kan med fordel placeres i teknikrummet):
  - Betjeningskonsol til skanner (tjek hvor mange skærme og pulte, der følger med til denne funktion)
  - Betjeningskonsol til kontrastsprøjte
  - Overvågning til anæstesiudstyr
  - RIS (booking) computer
- Én arbejdsplads til drifts-pc/EPJ
- Patientovervågningsmonitor
- Skabe til opbevaring af kontrastvæske, dokumentation mv. Antal afklares med brugerne
- Arbejdslamper
- Bordplads ca. 100 cm i bredden
- Ophæng til håndsprit
- Ur

### **Beskriverplads**

- Arbejdsplads med plads til 2-4 skærme

### **Teknikrum**

Der henvises til leverandørens anvisninger af omfanget af teknisk udstyr og eventuelle krav til teknikrum. Der skal som minimum påregnes plads til følgende:

- Dataopsamlings- og rekonstruktionscomputere
- Gradientforstærker
- RF-forstærker
- Heliumkompressor og kølekabinet + plads til påfyldning af helium
- Ekstern strømforsyning
- Evt. betjeningscomputer

### **Forberedelsesrum**

- Loftlift til forflytning af patienter fra seng eller kørestol til MR-leje
- Bordplads
- Oplysningsskærm til patientdata
- Skabe til utensilier og udstyr
- Ophæng til håndsprit
- Udtag til gasser og sug
- Håndvask med berøringsfrit armatur
- Ur

### **Omklædningsrum**

- Stol/bænk
- Knager
- Skab til utensilier mv.
- Skab til patientens ejendele og værdigenstande. Skal være aflåseligt.
- Håndvask med berøringsfrit armatur
- Ophæng til håndsprit

## **11.2 Udstyr og flytbart inventar**

### **Skannerrum**

- Anæstesiapparat
- Respirator
- Rulleborde
- Kørestol
- Evt. ekstra spolevogn
- Ekstra leje
- Stol til pårørende

**Betjeningsrum**

- Arbejdsstole
- Et antal stole til det øvrige personale
- Affaldsstativ – forskellige fraktioner

**Forberedelsesrum**

- Seng
- Leje
- Skabe til anæstesiudstyr
- Vasketøjsstativ
- Affaldsstativ – forskellige fraktioner
- Kanyleboks
- Anæstesiapparat
- Respirator
- Sprøjtebord

## 12 BILAG 1 - TEKNISKE SPECIFIKATIONER

### Kølekrav

#### Ventilation

	Skanner rum	Teknik rum	Kontrol rum
<b>Temperatur</b>	18-21 °C	15-24 °C	15-30 °C
<b>Luftskifte</b>	Min 6 gange pr. time		
<b>Ændring i temperatur</b>	Max 3 °C/time	Max 3 °C/time	Max 3 °C/time
<b>Luftfugtighed</b>	40-60 %	40-60 %	40-60 %
<b>Varmeafgivelse til luft</b>	<= 3kW	<= 12 kW	<= 2 kW

#### VVS

<b>Varmeafgivelse til vand</b>	70 kW (altid min 8 kW)
<b>Flow</b>	100-132 l/min
<b>Vand temperatur</b>	7-10 +/- 2 °C pr. 10 min
<b>Tryk tab</b>	<1 bar
<b>Ph</b>	6.5-8
<b>Filter</b>	100 µm
<b>Tryk</b>	Max 6 bar
<b>Hårdhed</b>	< 200 ppm CaCO <sub>3</sub>

### Byggeri

#### Indtransport

	Magnet mål	Anbefalet
<b>Højde</b>	2362 mm	2500 mm
<b>Længde</b>	2400 mm	
<b>Bredde</b>	2280 mm	2500 mm

#### Belastning

<b>Magnet</b>	Max 8000 kg
<b>Kabine</b>	Ca. 100 kg/m <sup>2</sup>
<b>Jernafskærmning</b>	1000-2000 kg
<b>Kabinetter i teknikrum</b>	Samlet ca. 1500 kg

#### Støj

Skannerrum	Teknikrum
88.3-127 dB(A)	<= 80 dB(A)

**EI**

<b>Volt</b>	400V 3 phase +/- 10 %
<b>Frekvens</b>	50/60 Hz
<b>For sikring</b>	160.0 A
<b>Effekt</b>	124 kVA
<b>Intern modstand</b>	<95 mOhm

## 13 KILDEMATERIALE

Kildefortegnelsen er en liste over anvendt litteratur, anvisninger, standarder mv. Listen er ikke udtømmende, og der kan derfor være yderligere materiale og lovkrav, der skal undersøges og overholdes i forbindelse med design af MR-skannerfunktionen.

Ud over de viste kilder har designguiden brugt viden fra regionens tidligere og igangværende hospitalsbyggeprojekter.

### OM DESIGNGUIDEN

#### Referencer

#### Øvrigt materiale

Region Midtjylland (2011) *Designguide for Hospitalsbyggeri, Konceptprogram for de fysiske rammer i akutafdelingerne*. Kan downloades på [www.fa.rm.dk](http://www.fa.rm.dk)

Region Midtjylland (2009) *Nybyggeri og ombygninger i Region Midtjylland*

### TRIVSEL OG INDRETNING

#### Referencer

#### Øvrigt materiale

Danske Patienter (2009) *Fremtidens Sygehusbyggeri, Patienternes perspektiv*

Dircknick-Holmfeld et al. (2010) *Det Kommende Hospital*

Dircknick-Holmfeld et al. (2007) *Sansernes Hospital*. København: Arkitektens Forlag

Holtzschue (2006) *Understanding Colour*. Hoboken: John Wiley and Sons

<http://www.bornholmshospital.dk>

<http://musicahumana.org>

Mullins et al. (2009) *Helende arkitektur*. Aalborg Universitet, Institut for Arkitektur & Design

Ulrich et al. (2004) *The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21 Century: A Once-in-a-Lifetime Opportunity*.

### BÆREDYGTIGHED

#### Referencer

#### Øvrigt materiale

<http://www.dk-gbc.dk>

Region Midtjylland (2016), strategi og handlingsplan *Samfundsansvar og bæredygtighed 2016-2019. Strategi for Agenda 21*

Region Midtjylland (2015) *Retningslinjer for bæredygtigt byggeri*

*Bekendtgørelse nr. 1179 om kvalitet, OPP og totaløkonomi i offentligt byggeri*

### SIKKERHED

#### Referencer

Siemens Planning Guide, *MAGNETOM MR. Planning Guide. System Planning Guide for MAGNETOM Skyra 3.0T. Draft 24/06/2010*.

Region Midtjylland (2017) *Gulvbelægning og arbejdsmiljø*

*Stærkstrømsreglementet § 814.4.2*.

Sundhedsstyrelsens vejledning *Afskærmning af røntgenanlæg 2009*.

Sundhedsstyrelsens *Bekendtgørelse nr. 975 af 16. december 1998 inkl. senere tillæg om medicinske røntgenanlæg*

#### Øvrigt materiale

Dansk Patientsikkerhedsdatabase, *Årsrapport 2010 – DPSD*

Danske Patienter (2009) *Fremtidens Sygehusbyggeri, Patienternes perspektiv*

Dansk Selskab for Patientsikkerhed (2008), *Patientsikkerhed og sygehusbyggeri*



Trygfonden og Dansk Selskab for Patientsikkerhed (2010), *Forebyggelse af patientfald, fysiske rammer og patientsikkerhed*

German National Standard (2004) *DIN 51130: Testing of floor coverings, Determination of the anti-slip properties: Workrooms and fields of activities with slip danger*

## **HYGIEJNE**

### Referencer

Statens Serum Institut (2013) *National Infektionshygiejniske Retningslinjer for Nybyggeri og renovering i sundhedssektoren*

Region Midtjylland (2013) *eDok 1.6.9.1 Billeddiagnostiske undersøgelser og behandlinger – infektionshygiejniske forholdsregler, regional instruks*

### Øvrigt materiale

Dansk Standard (2014) *DS 2450-1 1. udgave, Krav til sundhedssektorens ledelsessystemer – Del 1 Styring af risiko og infektionshygiejne*

Dansk Standard (2011) *DS 2451-2 2. udgave, Styring af infektionshygiejne i sundhedssektoren - Del 2: Krav til håndhygiejne*

Dansk Standard (2013) *DS 2451-8 2. udgave, Styring af infektionshygiejne i sundhedssektoren - Del 8: Krav til vask og håndtering af tekstiler til flergangsbrug*

Dansk Standard (2011) *DS 2451-10 2. udgave, Styring af infektionshygiejne i sundhedssektoren - Del 10: Krav til rengøring*

[http://www.arbejdsmiljoweb.dk\(28.02.2013\)](http://www.arbejdsmiljoweb.dk(28.02.2013))

## **INSTALLATIONER**

### Referencer

### Øvrigt materiale

Philips planning guide: *Planning Reference Data. System Requirements. Ingenia 3.OT Omega HP Gradient December 2010 (Rev. 01)*

## **KONSTRUKTION OG FREMTIDSSIKRING**

### Referencer

### Øvrigt materiale

GE Pre installation manual: *GE Healthcare. Discorey MR750w Preinstallation manual. Revision3.*

Facility Guidelines Institute (2010), *Guidelines for design and construction of Health Care Facilities*

## **INDEKLIMA**

### Referencer

Arbejdstilsynet (2001) *Bekendtgørelse nr. 96 om faste arbejdssteders indretning*

Dansk Standard (2007) *DS/EN 15251 Input-parametre til indeklimaet ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedrørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik*

Dansk Standard (2001) *DS/CEN/CR 1752 Ventilation i bygninger - projekteringskriterier for indeklimaet*

Dansk Standard (474 (1993, inklusiv rettelsesblad 1:1995) *Specifikation af termisk indeklima*

*DS/EN 12464-1:2011 Lys og belysning – Belysning ved arbejdspladser – Del 1: Indendørs arbejdspladser*

Arbejdstilsynet (2006) *Bekendtgørelse nr. 63 om Beskyttelse mod udsættelse for støj i forbindelse med arbejdet*

### Øvrigt materiale

Arbejdstilsynet (2007) *AT-vejledning A.1.11 Arbejdsrum på faste arbejdssteder*

Arbejdstilsynet (2016) *AT-vejledning A.1.5-1 Kunstig belysning*

Erhvervs- og Byggestyrelsen (2010) *Bygningsreglement BR10*

Arbejdstilsynet (2008) *AT-vejledning A.1.2 Indeklima*

Arbejdstilsynet (2008) *AT-vejledning A.1.16 Akustik*

## **INSTALLATIONER**

### Referencer

Philips planning guide: *Planning Reference Data. System Requirements. Ingenia 3.OT Omega HP Gradient December 2010 (Rev. 01)*

## **PLADSKRAV & INDRETNING**

### Referencer

Arbejdstilsynet (2007) *AT-vejledning A.1.11, Arbejdsrum på faste arbejdssteder*  
Arbejdstilsynet (2008) *AT-vejledning A.1.15, Arbejdspladsens indretning og inventar*  
Arbejdstilsynet (2009) *AT-vejledning D.2.3, Skærmarbejde*  
Arbejdstilsynet (2004) *AT-vejledning D.3.3, Forflytning, løft og anden manuel håndtering af personer*  
Dansk Standard (2001) *Tilgængelighed for alle*  
Plambech og Bøgedahl (2012) *Pladskrav og indretning til svært overvægtige*

### Øvrigt materiale

Arbejdstilsynet (2001) *Bekendtgørelse nr. 96 om faste arbejdssteders indretning*  
Arbejdstilsynet (1992) *Bekendtgørelse nr. 1108, om arbejde ved skærmterminaler*  
Bygge- og boligstyrelsen m. fl. (1997) *Indretning af ældreboliger for fysisk plejekrævende m. fl. En vejledning.*  
Green Health Care (2008) *Framtidens hållbara vårdrum, Rapport från arbetsgruppen*  
<http://www.sbi.dk/tilgaengelighed>  
<http://www.hmi.dk>  
Poul Østergaard (2002) *Tilgængelig arkitektur. En illustreret opslagsbog*  
Ribe Amt (2001) *Egnet byggeri – for ældre og handicappede*  
Rådgivergruppen DNU, *Revideret overordnet byggeprogram*  
Ulrich et al. (2004) *The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21. Century: A Once-in-a-Lifetime Opportunity.*

## **INVENTAR**

### Referencer

Ingen

### Øvrigt materiale

Arbejdstilsynet (2008) *At-vejledning A.1.15, Arbejdspladsens indretning og inventar*  
<http://www.hmi.dk>  
Ribe Amt (2001) *Egnet byggeri – for ældre og handicappede*

