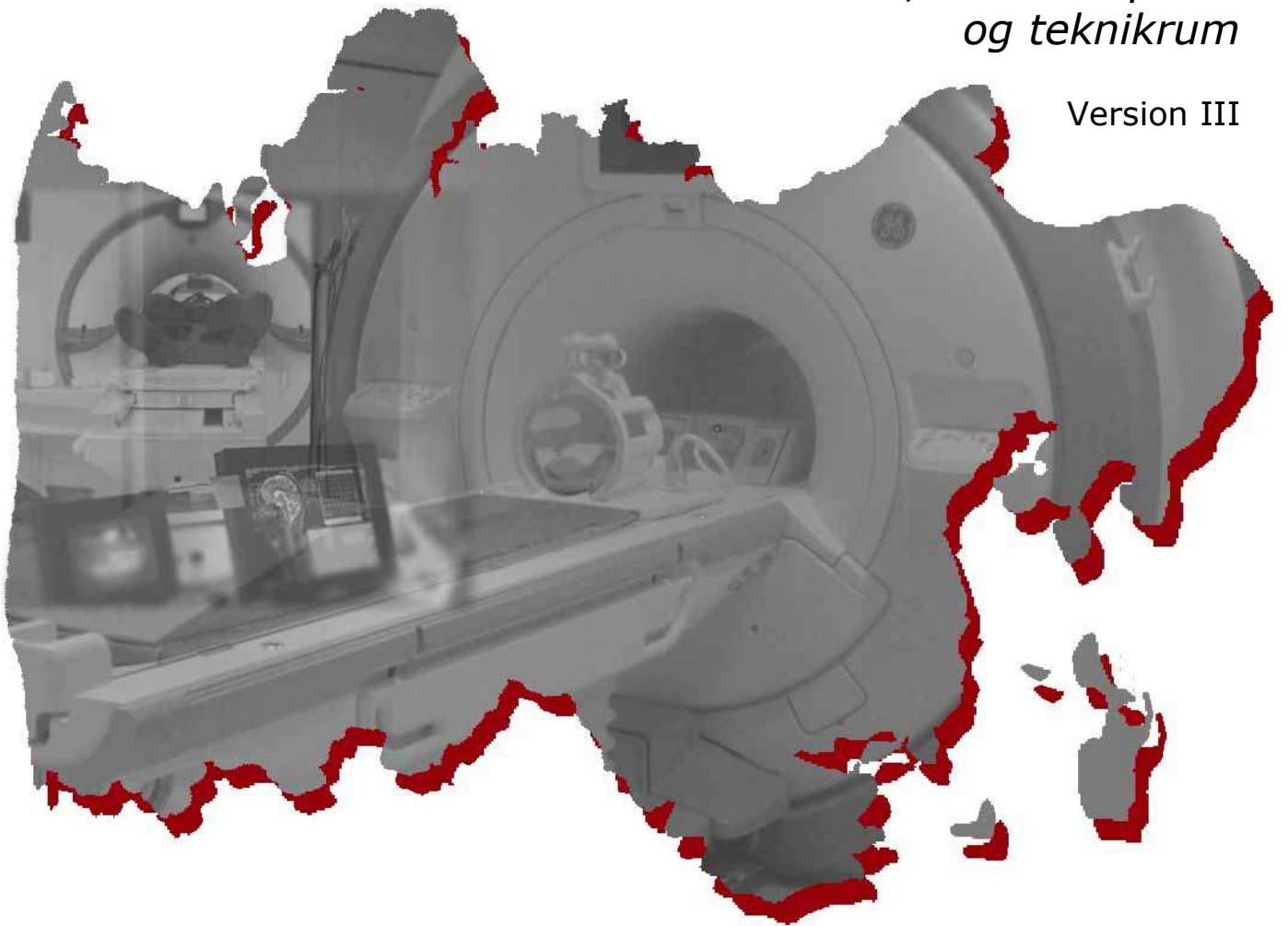


DESIGNGUIDE FOR HOSPITALSBYGGERI  
I REGION MIDTJYLLAND

# ***MR-skannerfunktion***

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

Version III



---

**Region Midtjylland**

*Koncern Økonomi, Byggeri & Ejendomme  
Koncern HR, Arbejdsmiljø  
Indkøb & Medicoteknik*

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

Version III  
September 2024

Region Midtjylland  
Koncern Økonomi, Byggeri & Ejendomme  
Koncern HR, Arbejdsmiljø  
Indkøb & Medicoteknik

Vedr. indhold eller ønsker om opdatering kan følgende kontaktes:

**Koncern Økonomi, Byggeri & Ejendomme**

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

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

**Koncern HR, Arbejdsmiljø**

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

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

Sune Søndergaard Thomsen: [suneth@rm.dk](mailto:suneth@rm.dk)

**Indkøb & Medicoteknik**

Stine Groth-Pedersen: [Stine.Groth-Pedersen@stab.rm.dk](mailto:Stine.Groth-Pedersen@stab.rm.dk)

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

<b>1</b>	<b>INTRODUKTION</b>	<b>4</b>
1.1	<i>Formål</i>	4
1.2	<i>Forankring</i>	4
1.3	<i>Grundlag</i>	4
<b>2</b>	<b>OM DESIGNGUIDEN</b>	<b>6</b>
2.1	<i>Placering i det samlede hospital</i>	6
2.2	<i>Funktionsbeskrivelse</i>	7
2.3	<i>Forudsætninger</i>	8
<b>3</b>	<b>TRIVSEL</b>	<b>10</b>
3.1	<i>Udsigt og lysindfald</i>	10
3.2	<i>Farver og udsmykning</i>	12
3.3	<i>Lyd</i>	12
<b>4</b>	<b>BÆREDYGTIGHED</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>SIKKERHED</b>	<b>14</b>
5.1	<i>Generelt</i>	14
5.2	<i>Kendte risici</i>	15
5.3	<i>Patientsikkerhed</i>	18
5.4	<i>Personalesikkerhed</i>	19
<b>6</b>	<b>INFEKTIONSHYGIEJNE</b>	<b>20</b>
6.1	<i>Overflader</i>	20
6.2	<i>Installationer</i>	21
6.3	<i>Udstyr og inventar</i>	21
6.4	<i>Håndhygiejne</i>	21
<b>7</b>	<b>INDEKLIMA</b>	<b>22</b>
7.1	<i>Indeklimakategori</i>	22
7.2	<i>Temperatur</i>	22
7.3	<i>Ventilation og luftkvalitet</i>	24
7.4	<i>Lys</i>	25
7.5	<i>Kunstig belysning</i>	26
7.6	<i>Lyd og rumakustik</i>	27
<b>8</b>	<b>INSTALLATIONER</b>	<b>29</b>
8.1	<i>Heliumafkast (quench-rør)</i>	29
8.1	<i>Kommunikation og it</i>	31
<b>9</b>	<b>KONSTRUKTIONER</b>	<b>32</b>
9.1	<i>Konstruktion</i>	32
9.2	<i>Fremtidssikring</i>	34
<b>10</b>	<b>PLADSKRAV OG INDRETNING</b>	<b>35</b>
10.1	<i>Adgangsforhold</i>	35
10.2	<i>Dimensionering</i>	38
10.3	<i>Eksempel</i>	45
<b>11</b>	<b>INVENTAR/TJEKLISTE</b>	<b>48</b>
11.1	<i>Fast inventar</i>	48
11.2	<i>Udstyr og flytbart inventar</i>	49
<b>12</b>	<b>BILAG 1 - TEKNISKE SPECIFIKATIONER</b>	<b>51</b>
<b>13</b>	<b>KILDEMATERIALE</b>	<b>53</b>

# 1 INTRODUKTION

## 1.1 Formål

Formålet med Designguides for Hospitalsbyggeri er, med afsæt i de regionale projekter såvel som nationale og internationale, at opsamle og dele viden. Inden for alle hospitalsbyggeprojekterne skabes der konstant ny viden og udveksles erfaringer. 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 i Region Midtjylland til gavn for både patienter, personale og pårørende.

## 1.2 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.

## 1.3 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.

---

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

“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, mens andre baserer sig på erfaringsgrundlag og mock-up resultater.

Denne designguide træder i stedet for designguiden MR-skannerfunktion vers. II Marts 2018. 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 til lukkede 1,5 og 3T MR-skannere. Designguiden er udarbejdet med fokus på både patient- og personalegrupper og præsenterer de bedst mulige fysiske rammer for alle.

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

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

Samlet fortegnelser over kilder findes sidst i designguiden. Kilder til citater og lovkrav er angivet med fodnoter.

### 2.1 Placering i det samlede hospital

Placeringen af billeddiagnostiske rum og afdelinger afhænger i høj grad af logistik, processer, arbejdsgange og sammenhænge med øvrige afdelinger, som fx den fælles akutafdeling og operationsafdelingen. Den interne logistik og sammenhæng med eksterne adgangsveje er desuden afgørende for, om der kan skabes hensigtsmæssige arbejdsgange omkring afdelingen. Krav til nærhed gælder såvel horisontalt som vertikalt i bygningerne. Det skal overvejes, hvor man placerer MR-skannerrummet i bygningen i forhold til at transportvejens skal kunne bære skannerens vægt.

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.

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 (quenched-rør) mm.

Typisk omfatter en MR-skannerfunktion et skannerrum, et betjeningsrum og et 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 ud over skanneren også styringer, teknik og den rumafskærmning, der er nødvendig.

Scanneren er konstant omgivet af et kraftigt magnetfelt. Det betyder, at der i skannerrummet ikke må medtages eller installeres udstyr, inventar eller apparatur, der er lavet af magnetisk materiale.

Afhængig af hvilket speciale en MR-skanner er tilknyttet, er skannerne konfigureret forskelligt. Skannerne kan gennem deres levetid skifte speciale, hvilket kan betyde at skannernes patientgruppe ændres. Det kan fx være, at patientgruppens funktionsniveau ændres fra gående til sengeliggende. Ved MR-skanning har forberedelsesrummets dimensionering betydning for MR-skannerens anvendelsesmuligheder, da forflytning af patienter foregår i forberedelsesrummet og forflytning er en pladskrævende aktivitet. Derfor kan indretning af skannerrum og birum særligt forberedelsesrummet få betydning for skannerens anvendelsesmuligheder og fleksibilitet på sigt. Det kan overvejes, om flere skannere kan dele birum, fx betjeningsrum.

Der henvises i øvrigt til leverandørens 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.

### 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. Rummet er 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
- **Omlædningsrum:** 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

### 2.3 Forudsætninger

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

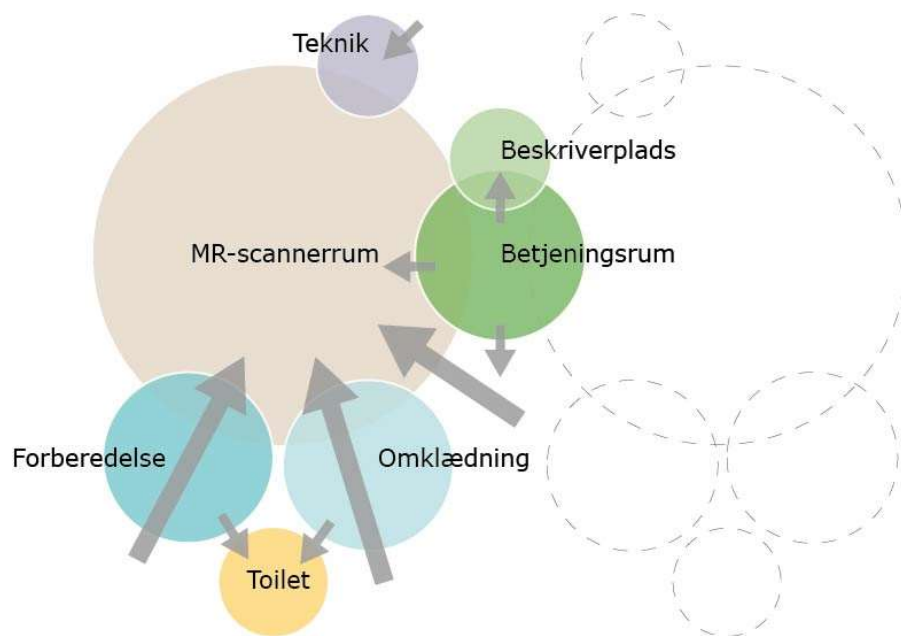
Designguiden er udarbejdet ud fra følgende forudsætninger:

- MR-skannerrummet er et diagnosticeringsrum
- MR-skannerrummet ligger i umiddelbar tilknytning til forberedelsesrum, teknikrum, betjeningsrum og omlædning
- Antal personer i MR-skannerrummet kan variere. Det angivne areal tager udgangspunkt i, at der skal være plads til minimum 3 personer
- Det forudsættes, at leverandøren leverer Faraday-bur, MR-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 3T 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.



MR-skannerrum set gennem vindue fra betjeningsrummet, Regionshospitalet Horsens.

### 3 TRIVSEL

Mange parametre har indflydelse på medarbejdernes trivsel, samt patientens trivsel og helingsproces. 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.

På hospitalet kan både patienter, pårørende og personale blive eksponeret for forskellige psykiske påvirkninger. Patienter kan være bekymrede over deres tilstand, være angst for resultatet af skanningen mv. Desuden kan den psykologiske effekt af ikke at være i kontrol eller befinde sig i uvished være en stressfaktor.

Personalets psykiske arbejdsmiljø kan påvirkes af arbejdsstedets indretning fx mangel på uforstyrrede arbejdsrum.

Erfaringsopsamling viser, at personalet har en positiv oplevelse i forhold til trivsel og kvalitet, når 2 skannere har fælles betjeningsrum, da det understøtter, at personalet ikke sidder isoleret i ydertimerne, hvor bemanningen er lavere.

Der er evidens for, at arkitektoniske parametre såsom udsigt til grønne omgivelser, lys, farver, kunst og lyd – også sammenfattet i begrebet "helende arkitektur" – kan mindske virkningen af ovenstående stressfaktorer. Helende arkitektur kan have betydning for patientens velbefindende, helbredelse samt den patientoplevede kvalitet og medarbejdertilfredsheden, hvorfor det anbefales at arbejde med disse begreber ved design af de forskellige rum tilhørende MR-skannerfunktionen<sup>2</sup>. De væsentligste rum i forhold til trivsel og indretning er forberedelsesrum, skannerrum, betjeningsrum og rummet med beskriverplads

#### 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 Udsigt og lysindfald

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

I relation til MR-skannerrum er det primært personalet, der kan få glæde af dagslyset og udsigten, når skannerrummet ikke er i funktion.

---

<sup>2</sup> Ulrich et al. (2004) *The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21 Century: A Once-in-a-Lifetime Opportunity*.

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

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.

Idét patienten opholder sig meget kortvarigt i selve skannerrummet, er det ikke et krav, at der er dagslys eller udsyn til omgivelserne i dette rum. Det anbefales dog 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, kunstige vinduer eller mulighed for fx at projicere billeder op på væggen bidrage til en positiv oplevelse af rummet. Flere steder anvendes dette i forbindelse med undersøgelse af børn, for eksempel i form af en skærm bagved gantry.

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



*Eksempel på integreret kunstigt ovenlys. Stråleterapi, Regionshospitalet Gødstrup.*

### 3.2 Farver og udsmykning

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

#### TJEKBOKS

- Farvesætning anbefales at understøtte rummets arbejdsfunktioner og lette orienteringen. Store væg- og loftsflader anbefales i neutrale farver
- Farvesætning af rummet anbefales tænkt i sammenhæng med belysning og løst inventar
- Det anbefales at friholde en væg eller vægområde til brug for projicering af billeder
- Kunst og farver kan hjælpe patienten med at finde vej

I skannerrummet vil afdæmpede farver, som beroliger patienten, være at foretrække. Ved farvesætning af rummet anbefales det tænkt ind, at farver ikke er konstante, men veksler i takt med lysindfald og er afhængig af det materiale, de påføres. Store farvede flader påvirker lyset i rummet og en kraftigt farvet væg kan påvirke patientens ansigtsfarve. Det anbefales derfor, at væggene er hvide, eller holdt i afdæmpede lyse farver. Farvesætning kan ske på døre, inventar og kunst eller i afgrænsede felter på væggene. Det anbefales at friholde en væg eller vægområde til brug for projicering af billeder.

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 med videre. Forskning viser, at det er lettere for svagtseende at orientere sig, hvis vægge, gulve og døre adskiller sig tydeligt fra hinanden i farve<sup>3</sup>.

### 3.3 Lyd

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

Det akustiske miljø har en stor betydning for både patientens og personalets trivsel. Patient og personale bliver konstant påvirket af de lyde, der er i og uden for rummet. Lyde kan opleves behagelige og have beroligende effekt eller være generende og opleves som støj. Støj kan være en kilde til stress eller utryghed for både personale og patienter. Lyde fra apparatur, smækkende døre eller menneskeskabt støj kan virke forstyrrende for personalets arbejde og for patientens evne til at koncentrere sig og fx forstå en besked. Omvendt kan dæmpede lyde af stemmer fra personalet eller skridt fra gangen mv. modvirke, at patienten føler sig alene eller bange.

Det anbefales, at uønsket støj dæmpes mest muligt. Samtidig anbefales det, at mulighederne for designet lyd eller musik til fortrængning af uønsket støj overvejes. For beskrivelse af de akustiske forhold i skannerrummet, se afsnit om indeklima.

---

<sup>3</sup> Dansk Blindesamfund TIBS - <https://tibs.blind.dk/>

## 4 BÆREDYGTIGHED

Region Midtjylland har i 2021 vedtaget Strategi for bæredygtighed 2030<sup>4</sup>.

Region Midtjyllands strategi for bæredygtighed består af 4 overordnede temaer:

1. Cirkulær økonomi
2. El, vand og varme (drift)
3. Logistik, transport og mobilitet
4. Socialt ansvar



I alle udbud af anlægsprojekter skal bæredygtighedstiltag indarbejdes. I forhold til byggeri fokuserer bæredygtighedsstrategien på at indarbejde den cirkulære tilgang inden for byggeri, drift, vedligehold og service. Visionen er at være en cirkulær region med fokus på bæredygtige indkøb, genbrug, genanvendelse, vedvarende energi og minimalt forbrug. I 2050 vil vi være CO<sub>2</sub>-neutrale. Region Midtjylland ønsker at reducere ressource- og klimaaftryk, når der bygges nyt, men også ved drift og vedligehold af eksisterende bygningsmasse.

I tema 4 'Socialt ansvar' er der fokus på sundhed og velvære, der er afgørende for både personale og patienter. I vores byggerier skal der være fokus på godt indeklima, støj, godt udsyn til omgivelser, ude- og nærmiljø og velfærdsskabende arkitektur i form af stimulerende rammer.

Ud over Strategi for Bæredygtighed 2030 henvises der til Designguide for bæredygtigt byggeri i Region Midtjylland. Designguides er politisk godkendt i september 2022 og er tilgængelige på [www.byggeri.rm.dk](http://www.byggeri.rm.dk)

---

<sup>4</sup> [Strategi for bæredygtighed 2030, Region Midtjylland](#)

## 5 SIKKERHED

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

- MR-sikkerhed
- 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, fysiker og medicoteknisk rådgiver inddrages i planlægningen af MR-skannerfunktionen
- 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 en forflytningsplan udarbejdes, så der er en klar procedure for, hvordan patienter forflyttes i forbindelse med skanning.
- Det anbefales, som minimum, at der er forberedt til loftlift i forberedelsesrum, samt at loftlifte installeres, hvis forflytning af patienter udføres
- I skannerrummet anbefales det, at der installeres et patienthåndtag i loftet
- Både arbejdslys og øvrig belysning skal være med god farvegengivelse
- Afskærmning af skannerrummet skal ske i henhold til gældende lovgivning og nyeste vejledninger fra Sundhedsstyrelsen

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>5</sup>. Det skal derfor i projekteringen sikres, at de tekniske løsninger, som reducerer antallet af forstyrrelser, kan integreres. Det kan fx være kaldesystemer, hvor kun de relevante personer kontaktes.

---

<sup>5</sup> Region Hovedstaden (maj 2007) Medarbejdernes vurdering af patientsikkerhedskulturen 2006.

Det anbefales helt fra starten af planlægningen af skannerrum, at afdelingsledelse og medico-teknisk 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 hospitalsenheder - samt eventuelle påbud fra Arbejdstilsynet inddrages som en naturlig del af processen. Desuden anbefales det at teste fremtidige funktioner i en mock-up af rummet, da dette kan bibringe yderligere viden om risici, der skal elimineres.

### MR-sikkerhed<sup>6</sup>

En dansk retningslinje for sikker håndtering af MR-skanning er under udarbejdelse i 2024 og endelig version afventes. Selvom MR-skanning som udgangspunkt er sikker, sker der hvert år betydelig materiel- og personskaade i forbindelse med MR-skanning. Personskaderne kan både være indre forbrændinger, som sjældent opdages og ydre skader.

I den danske retningslinje beskrives forskellige sikkerhedsaspekter blandt andet at:

- skanninger foretages på trods af mangelfuld information om patientens implantater og implantatets sikkerhedsprofil
- det er centralt, at adgangsforhold til MR-skannerrum er restriktive, så ingen ukvalificerede får fysisk adgang til MR-skannere
- der er fokus brandsikkerhed, da MR-skannere indeholder højeffektelektronik
- der udarbejdes procedurer for fx tjek for kontraindikationer, quench (magnetfeltstop) og håndtering af hjertestop

Et sikkert MR-miljø er blandt andet karakteriseret ved en inddeling i 4 sikkerhedszoner. Sikkerhedszonerne er graderet, så zone 1 er den mindst restriktive og zone 4 (oftest skannerrummet) er den mest restriktive. Det betyder fx at en udefrakommende ikke kan føres ind i sikkerhedszone 4, uden at personalet har lavet en sikkerhedsvurdering. I den danske retningslinje for sikker håndtering af MR-skanning henvises der til flere guides, hvor sikkerhedszonerne beskrives yderligere.



Figur 3: Eksempel på MR-sikkerhedszoner.

<sup>6</sup> Dansk retningslinje for håndtering af MR-sikkerhed (2024) Høringsudgave <https://mrretningslinjer.dk/>

En MR-skanners magnetfelt er tændt døgnet rundt, også når den ikke anvendes. En MR-skanner udsender ikke nogen former for røntgenstråling, og selve magnetfeltet har ikke nogen kendte sundhedsskadelige virkninger

Magnetfeltet kan forstyrre medicinsk udstyr som fx anæstesiapparater, røntgenanlæg eller CT-skannere.

Magnetfeltet kan også forstyrre elektronisk udstyr som fx pacemakere og insulinpumper, og der er derfor vedtaget en grænse for, hvor kraftigt et magnetfelt, personer som ikke skal MR-skannes, må udsættes for. Derfor må medarbejderne ikke, som en del af deres arbejde, eksponeres for magnetfeltet over de fastsatte grænseværdier. Der er dog undtagelser ved fx servicebesøg og rengøring samt ved lejring af patienten. Brugen af undtagelsen forudsætter, at alle tekniske tiltag er gjort for at minimere de direkte virkninger, og at eksponeringen er velbegrundet<sup>7</sup>.

For at sikre at personer ikke eksponeres u hensigtsmæssigt for magnetfeltet er det vigtigt at have et sikkert MR-miljø. Et sikkert MR-miljø er blandt andet karakteriseret ved en inddeling i 4 sikkerhedszoner.

Særligt udsatte medarbejdere, som fx ansatte med implantater eller gravide, skal risikovurderes for om der er zoner, hvor de ikke må færdes<sup>8</sup>.

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.

<b>Felt styrke</b>	<b>1,5T</b>	<b>3T</b>
<b>Udbredelse i skannerens længderetning</b>	4,0 m	5,1 m
<b>Udbredelse på tværs af skanneren</b>	2,5 m	3,1 m

*Tabel 1: Eksempel på udbredelse af magnetfelt (Kilde: Indkøb & Medicoteknik).*

### **5.2.1 5 Gauss linjen (respektafstand)**

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

<sup>7</sup> Dansk retningslinje for håndtering af MR-sikkerhed (2024) Høringsudgave <https://mrretningslinjer.dk/>

<sup>8</sup> Dansk retningslinje for håndtering af MR-sikkerhed (2024) Høringsudgave <https://mrretningslinjer.dk/>



fields, så MR-skanneren ikke er til fare for offentligheden. Derudover skal afstande og afskærmning i forhold til ikke at forstyrre selve skanneren indtænkes.

### **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>9</sup>.

### **Lys**

Den rette belysning understøtter de kliniske procedurer og arbejdsgange. Kvaliteten af belysningen i rummet har fx 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.

### **Forflytning**

Det kan indebære risici i forhold til både patient- og personalesikkerhed, hvis patienter ikke ved egen hjælp kan forflytte sig fra fx kørestol til ikke magnetisk skannerleje. Det anbefales, at en forflytningsplan udarbejdes, så der er en klar procedure for, hvordan patienter forflyttes i forbindelse med skanning.

Der kan anvendes forskellige metoder og tekniske hjælpemidler til at forflytte patienter. Loftlifte er et godt hjælpemiddel i forhold både patient- og personalesikkerhed.

Det anbefales, at loftlifte installeres i forberedelsesrummet og som minimum, at der er forberedt til loftlift. Der anbefales patienthåndtag i loftet over lejet i skannerrummet.

### **Akutte situationer**

Patienter kan under skanning få det akut dårligt fx hjertestop. Hjertestopbehandling må ikke foregå i MR-skannerrummet, så i hjertestopsituationer skal patienten evakueres til forberedelsesrummet<sup>10</sup>. Et hjertestophold vil blive tilkaldt, og antallet af personale vil øges i forberedelsesrummet, så behandlingen er pladskrævende. Hvis forberedelsesrummet er dimensioneret til at lave forflytning fra seng til skannerleje, er pladsforholdene ligeledes til hjertestopbehandling. Det anbefales at udarbejde en plan for hjertestop, så personalet kan yde en sikker og god behandling.

### **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 deres akustiske egenskaber vurderes.

### **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.

---

<sup>9</sup> Region Midtjylland (2024) *Gulvbelægning og arbejdsmiljø*. Pjecen kan rekvireres hos [josgot@rm.dk](mailto:josgot@rm.dk)

<sup>10</sup> Dansk retningslinje for håndtering af MR-sikkerhed (2024) Høringsudgave <https://mrretningslinjer.dk/>

### **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. Skanneren placeres derfor i et Faraday-bur. Da MR-skannere støjer kraftigt, og da der ligeledes er støj fra teknikrum, er støjdemning i forhold til omgivelserne meget vigtig. Se eventuelt leverandørens Planning Guide for detaljer.

### **5.3 Patientsikkerhed**

Hvis genstande indeholdende jern, fx hårnåle, senge, værktøj, nøgler og sakse, kommer for tæt på skannerens magnetfelt, kan det føre til skade på både udstyr og personer. Det er centralt, at adgangsforhold er restriktive, så ingen ukvalificerede får fysisk adgang til MR-skannere, da det kraftige magnetfelt udgør en stor risiko<sup>11</sup>. Det anbefales således, at der etableres adgangskontrol til funktionen/området med MR-skanner, herunder forberedelsesrum og omklædning, så kun patienter og pårørende ledsaget af personale har adgang til skannerrummet.

Patienter kan komme til skade ved overflytning mellem seng, bære eller kørestol og skannerleje. Det anbefales, at der i forberedelsesrummet etableres loftlifte, eller at der som minimum er forberedt til det, så patienter med et nedsat funktionsniveau, kan forflyttes. Der anbefales patienthåndtag i loftet over lejet i skannerrummet.

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. Dermed minimeres risikoen for at lave fejl.

Et godt indeklima 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.

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

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

---

<sup>11</sup> Dansk retningslinje for håndtering af MR-sikkerhed (2024) Høringsudgave <https://mrretningslinjer.dk/>

## 5.4 Personalesikkerhed

Personalets sikkerhed i rummet hænger sammen med de forhold, der også giver patienten en god sikkerhed. Fx 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 – se også Planning Guide fra leverandør.

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 indretningen er hensigtsmæssig, og at der er tilstrækkelig plads til at medarbejderne kan udføre deres procedurer og arbejdsopgaver samt håndtere akutte situationer fx hjertestop. Der skal ligeledes etableres tilstrækkelig plads til apparatur og udstyr.

Loftlifte er vigtige for personalesikkerheden, idet loftliften reducerer fysiske belastninger i forbindelse med forflytning og lejring af patienter. Det anbefales, som minimum, at der er forberedt til loftlift i forberedelsesrum, samt loftlifte installeres, hvor der skal flyttes patienter mellem seng, leje eller kørestol og ikke-magnetisk skannerleje. Der anbefales patienthåndtag i loftet over lejet i skannerrummet.

Gulvbelægning i skannerrummet 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.

Teknikrum skal have en størrelse, der er tilstrækkelig til at en tekniker kan arbejde i rummet i fornuftige arbejdsstillinger. Der skal være friplads på foran el-tavler i hele tavlens højde – se krav i El-sikkerhedsloven<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Bekendtgørelse 1082 (2016) om Sikkerhed for udførelse og drift af elektriske installationer

## 6 INFEKTIONSHYGIJNE

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

Der er en konstant udvikling inden for adfærdstøttende indretning og desinfektionssystemer samt nytænkning af hygiejniske materialer og metoder til håndhygiejne, som kan egne sig til brug i operationsstuer. Det anbefales derfor at undersøge nye tiltag ved projektstart.

### TJEKBOKS

- Håndvask med tilhørende hygiejneudstyr, desinfektionsmiddel mv. anbefales placeret i forberedelsesrum og betjeningsrum, ikke i skannerrummet
- Overflader og inventar mv. skal være slidstærke og rengøringsvenlige og kunne tåle desinfektion
- Gulvet skal have en slid- og bærestyrke, så tungt inventar ikke kan danne ujævnheder
- 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 armatur eller håndfri betjening anbefales
- Hånddesinfektionsmiddel placeres ved håndvask og dør til gang

### 6.1 Overflader

Generelt skal lofter, malede vægge og gulvbelægning være slidstærke, så de kan tåle hyppig rengøring med diverse rengøringsmidler og desinfektionsmidler. Overfladerne skal være glatte og rengøringsvenlige<sup>13</sup>. Gulvet skal have en slid- og bærestyrke, så tungt inventar ikke kan danne ujævnheder, og der skal være vaskekant ved overgangen mellem gulv og væg. 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.

<sup>13</sup> Statens Serum Institut (2024) *Nationale infektionshygiejniske retningslinjer for nybygning og renovering i sundheds- og plejesektoren.*

## 6.2 Installationer

Alle installationer placeres i Faraday-buret, som leveres af skannerleverandøren. Der kan således stille følgende hygiejnekrav til installationerne, som leverandøren leverer:

- Kanaler, rørføring og øvrige installationer anbefales skjulte, dog så vedligehold og rengøring kan ske på forsvarlig vis
- 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

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. Håndvask skal være særskilt og placeres i korrekt højde 0,8 m fra gulv. Håndvasken skal monteres på væggen, så der ikke er risiko for op-hobning af snavs o.l., og så der nemt kan rengøres omkring og under vasken. Ved håndvasken skal der være det nødvendige håndhygiejneudstyr såsom handsker, flydende sæbe og engangshåndklæder samt hånddesinfektionsmiddel.

Håndvaskens kumme skal være af en størrelse, så håndvask kan foregå uden stænk og sprøjt til omgivelser og den, der vasker hænder. Håndvasken skal være uden bundprop og overløbshul. Udløbstuden skal placeres forskudt i forhold til afløbet<sup>14</sup>.

Armatuur anbefales at være rengøringsvenligt og berøringsfrit eller albuebetjent, og perlatorer skal kunne afmonteres og rengøres og desinficeres.

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.

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

---

<sup>14</sup> Statens Serum Institut (2024) *Nationale infektionshygiejniske retningslinjer for nybygning og renovering i sundheds- og plejesektoren*

## 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, det vil sige 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 hele 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 16798<sup>15</sup>* 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 16798*

### 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 opvarmingskilder samt eksternt ved varmetilskud fra solen. Temperaturforholdene skal tilpasses, så der opnås et godt indeklima<sup>16</sup>. Der henvises til fabrikantens anbefalinger for temperaturer i hhv. skannerrum og teknikrum. Kølebehov og -metode er afhængig af fabrikat og type af skanner. Varme fra it-udstyr mv. bør fjernes så tæt på kilden som muligt.

<sup>15</sup> Dansk Standard (2019) *DS/EN 16798 Bygningers energieffektivitet – ventilation i bygninger*

<sup>16</sup> Arbejdstilsynet (2023) *Bekendtgørelse nr. 835 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 30 °C
- I betjeningsrummet anbefales en rumtemperatur om vinteren på 21 °C +/- 1 °C og om sommeren på 22 °C +/- 1 °C
- I teknikrummet er temperaturen afhængig af leverandørspecifikationer i forhold til udstyr og udstyrets varmeafgivelse. Nogle skannere tåler ikke over 30 °C
- Ved beskriverpladsen anbefales en rumtemperatur om vinteren på 21 °C +/- 1 °C og om sommeren på 22 °C +/- 1 °C

### 7.2.1 Komfort

Komforttemperaturen er den temperatur, hvor de fleste er tilfredse med temperaturen i rummet. For patientgruppen kan det være vanskeligt at definere en komforttemperatur, da aktivitetsniveau og påklædning varierer, afhængigt af om patienten er oppegående eller sengeliggende. Patientens varmebalance kan desuden være forskudt i forhold til det normale. Personalet har mere ensartet beklædning og aktivitetsniveau og dermed en mere entydig komforttemperatur

### 7.2.2 Anbefalet temperatur

#### Skannerrum

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 30 °C.

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

#### Betjeningsrum samt beskriverplads

I betjeningsrum samt ved beskriverplads 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.

#### Teknikrum

I teknikrummet er temperaturen afhængig af leverandørspecifikationer i forhold til udstyr og udstyrets varmeafgivelse. Der henvises i øvrigt til fabrikantens anbefalinger for temperaturer og luftfugtighed. 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.

I *Branchevejledning for indeklimaberegninger* anbefales indeklimaklassen "Ambitiøs" i lokaler med sensitive personer. I branchevejledningen beskrives toleranceoverskridelsen af den operative temperatur på maksimalt 100 timer ved 5 arbejdsdage og 140 timer ved 7 arbejdsdage i perioden april – oktober. Den operative temperatur er om sommeren 22,5-25,5 for indeklimaklassen "Ambitiøs". Se i øvrigt tabel herunder for tilladte krav.

Der tillades følgende toleranceoverskridelser i forhold til de opstillede krav til den operative temperatur. Toleranceoverskridelsen er de samme for alle tre indeklimaklasser

Toleranceoverskridelser for operativ temperatur	Ved 5 arbejdsdage pr. uge	Ved 7 arbejdsdage pr. uge
Sommer og overgangsperiode (april – oktober)		
timer med overskridelse af øvre temperaturgrænse	Maks 100 timer	Maks 140 timer
timer med overskridelse af øvre temperaturgrænse + 1 °C	Maks 25 timer	Maks 35 timer
Vinterperiode (november – marts)		
timer med overskridelse af øvre temperaturgrænse	Maks 50 timer	Maks 70 timer
timer med overskridelse af øvre temperaturgrænse + 1 °C	Maks 10 timer	Maks 14 timer

Tabel 2: Toleranceoverskridelser.

### 7.3 Ventilation og luftkvalitet

Det skal sikres, at der er en god luftkvalitet i rummene<sup>17</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 meget varme til rummet
- Nogle leverandører kræver et luftskifte på min. 10 gange pr. time

#### 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.

<sup>17</sup> Arbejdstilsynet (2023) *Bekendtgørelse nr. 835 om Faste arbejdssteders indretning*



Forureningsbelastningen i rummet kan variere, da der, ud over patienten, vil være et forskelligt antal personaler 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. Se leverandørens Planning guide for specifikationer på varmeafgivelse. 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 emissionstede.

### **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.

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

I betjeningsrummet kan der være stor personbelastning og varmeafgivelse. Luftsiftet og valg af køleprincip er afhængigt heraf. Middellufthastigheden 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>18</sup>.

Der er ikke krav om dagslys i skannerrum eller teknikrum, dog giver et vindue en bedre patientoplevelse i skannerrummet. I betjeningsrum og ved beskriverplads skal der være tilgang af dagslys samt mulighed for mørklægning, idet dagslys kan påvirke den diagnostiske kvalitet negativt<sup>19</sup>. Vinduer skal konstrueres, placeres og afskærmes, så solindfald ikke medfører overopvarmning af rummet, og gener fra direkte solstråling undgås.

---

<sup>18</sup> Arbejdstilsynet (2023) *Bekendtgørelse nr. 835 om Faste arbejdssteders indretning*

<sup>19</sup> DS/EN 12464-1:2011 *Lys og belysning – Belysning ved arbejdspladser – Del 1: Indendørs arbejdspladser*

## 7.5 Kunstig belysning

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

Det er vigtigt, at lyset kan tilpasses rummets aktiviteter, og at der i løbet af dagen kan ændres på lysstyrke, retning og zoner.

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. Farvet lys i forbindelse med MR-skannerfunktionen og betjeningsrum samt beskriverplads kan overvejes.

Ved beskriverpladsen skal belysningen kunne reguleres, så det kan dæmpes til 50 lux<sup>20</sup>.

### TJEKBOKS

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

### 7.5.1 Anbefalet belysning

Der anbefales en almen rumbelysning på minimum 300 lux<sup>19</sup>. Den almene rumbelysning anbefales at være med manuel dæmpning.

I forberedelsesrummet anbefales udover god almen rumbelysning også 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.

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

Det anbefales, at der installeres farvet lys ved beskriverplads og i betjeningsrum, da dette erfaringsmæssigt understøtter et godt kontrastforhold mellem skærm og omgivelser og øger øjets evne til at slappe af. Derudover anbefales mulighed for lysdæmpning i skannerrummet. Erfaringsmæssigt er det en fordel at kontakter til lyset i skannerrummet samles ét sted, samt at lyset også kan tændes/slukkes fra betjeningsrummet.

---

<sup>20</sup> DS/EN 12464-1:2011 *Lys og belysning – Belysning ved arbejdspladser – Del 1: Indendørs arbejdspladser*

	1. Traditionel belysning med loftarmaturer	2. Traditionel belysning med loftarmaturer med dæmpning	3. Farvet belysning med dæmpning
Skannerrum		X	
Betjeningsrum			X M
Beskriverplads			X M
Forberedelsesrum		X	
Omlædning	X		

X: Anbefales

M: Mulighed for mørklægning

*Tabel 3: Anbefalede belysningstyper.*

## 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>21</sup>.

### TJEKBOKS

- Fokus på lav efterklangstid og god taleforståelighed i både skannerrum og betjeningsrum
  - Efterklangstiden anbefales ikke at overstige 0,6 sek.
- Støj fra installationer, tilstødende rum og omgivelser skal overholde:
  - tekniske installationer: ≤ 30 dB
  - trafik: ≤ 33 dB
- Luftlydisolans: ≥ 55 dB lodret og ≥ 48 dB vandret (Rw)
- Trinlydsniveau ≤ 58 dB
- En MR-skanner afgiver støj under skanningen, op til 125-130 dBA

### 7.6.1 Anbefalet støjniveau

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

Der anbefales en lav efterklangstid under 0,6 sek. i skannerrum og betjeningsrum samt ved beskriverplads, og der skal være opmærksomhed på god taleforståelighed omkring lejet i skannerrum og i betjeningsrum.

<sup>21</sup> Arbejdstilsynet (2006) *Bekendtgørelse nr. 63 om Beskyttelse mod udsættelse for støj i forbindelse med arbejdet*

Baggrundsstøjen fra tekniske installationer må maksimalt være 30 dB. For at skærme for lyd til naborum skal væggene have en tilfredsstillende luftlydsisolans. Luftlydsisolansen bør være mindst 55 dB (Rw) lodret og mindst 48 dB vandret. Støj fra trinlyd anbefales maksimalt at være 58 dB.<sup>22, 23</sup>.

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, samt at der vælges et faradaybur med en høj dæmpning.

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.

---

<sup>22</sup> Bygningsreglementet 2018 (BR18)

<sup>23</sup> Arbejdstilsynet (2006) *Bekendtgørelse nr. 63 om Beskyttelse mod udsættelse for støj i forbindelse med arbejdet*

## 8 INSTALLATIONER

### TJEKBOKS

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

Leverandøren leverer ofte 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.

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>2</sup>. Røret benyttes i forbindelse med udledning af helium blandt andet i forbindelse med nedlukning. Se også leverandørens Planning Guide for specifikationer.

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)

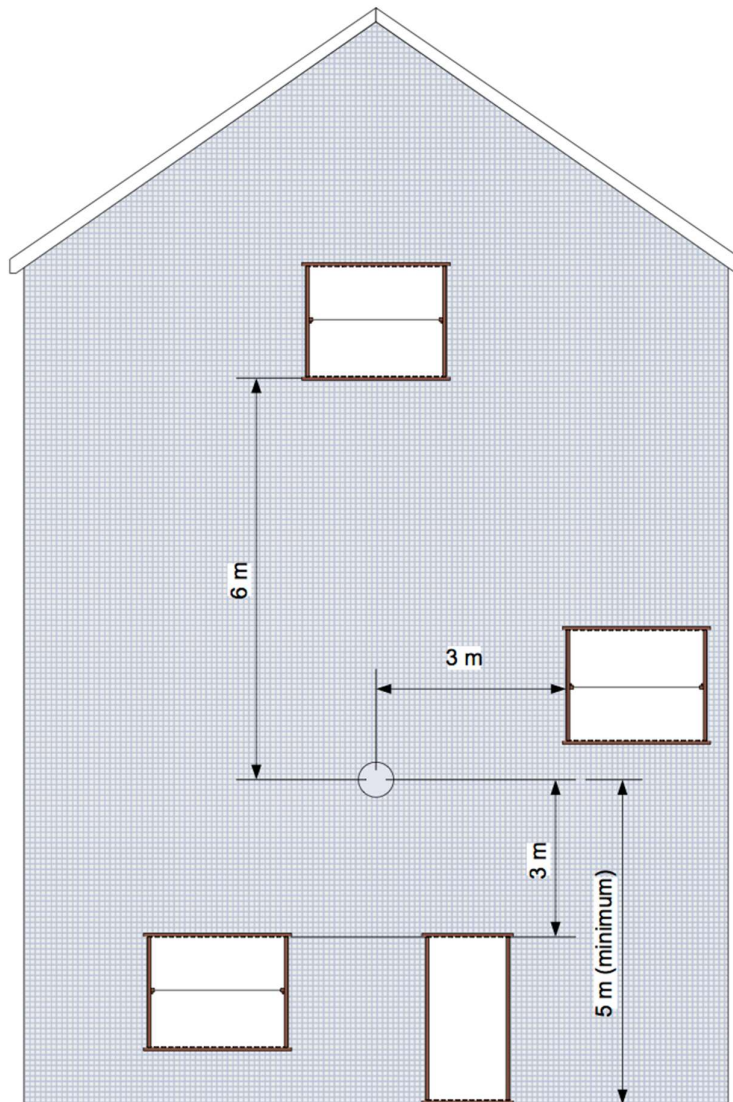
MR-skannere indeholder store mængder flydende helium (op til 1300 liter). Ved nødstilfælde eller fejl på skanneren kan man risikere, at magneten quencher, hvilket betyder, at helium går fra flydende form til gasform. Hver liter flydende helium bliver til 800 liter gas. Hvis alt helium i en skanner fordamper, dannes over 10.000 kubikmeter gas. Denne gas skal ledes ud, hvilket sker via et særligt rør (quench-rør), der er en kritisk sikkerhedskomponent. Quench-røret skal være i stand til at modstå en stor mængde tryksat, kold gas, og lede ud i fri luft.

Udslip af en stor mængde kold heliumgas til et offentligt område vil være en risiko alvorlig for personskade. Quench installationen skal overholde leverandørens designspecifikationer.

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



*Eksempel på quench-rør, MR-centret, Aarhus Universitetshospital.*



Figur 4: Eksempel på afstandskrav fra quench-rør til oplukkelige vinduer, jf. Siemens Planning guide.

### 8.1 Kommunikation og it

Det anbefales, at der etableres samtaleanlæg mellem skannerrum og betjeningsrum. Desuden anbefales det, at der etableres et eller flere patientovervågningskameraer, som dækker de områder i skannerrummet, som ikke kan ses fra betjeningsrummet. Skærmene, som viser billederne fra kameraerne, skal monteres, så de er lette at se fra arbejdsstationen i betjeningsrummet. Samtaleanlæg og overvågningskameraer leveres typisk af skannerleverandøren.



## 9 KONSTRUKTIONER

Kommende hospitalsbyggerier anbefales planlagt så bygningsmassen vil kunne tilpasses ændringer i organisering, aktivitet og fremtidig teknisk udvikling.

### 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 omkringliggende 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 8 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, fx fra tungt udstyr, seng med stor, tung patient mv.

MR-skannere støjer kraftigt, og støjdæmpning 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.

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.

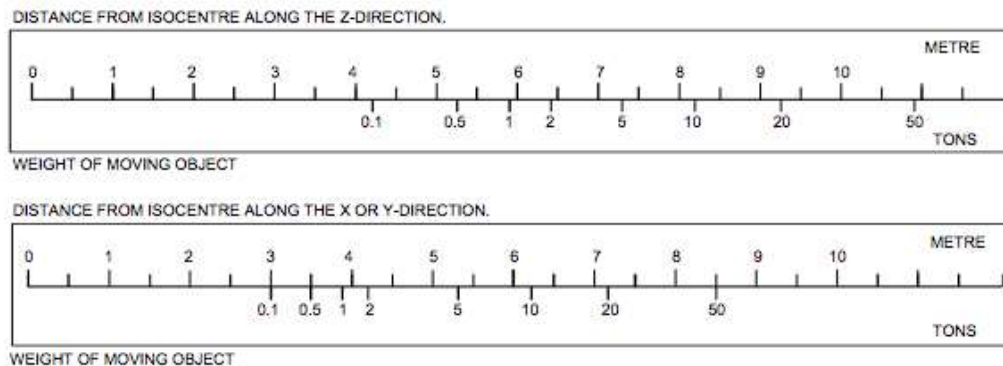


*Faraday-bur ved opbygning i råhus, Regionshospitalet Gødstrup.*

### **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 fx 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 5: 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 MR-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 og forberedelsesrummet skal der afsættes plads til de aktiviteter, som skal foregå i rummet fx anæstesi og forflytninger, da patienternes kan have forskellige funktionsnedsættelser. Mængden af udstyr og antallet af personaler er ligeledes definerende for rummets samlede areal.

Leverandøren leverer inventar til MR-skannerrummet 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.

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.

Følgende dørbredder anbefales generelt<sup>24</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

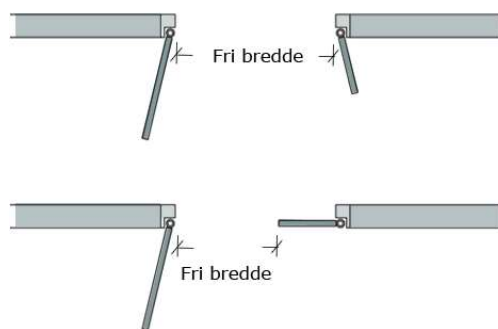
Ved adgang for store og tunge patienter anbefales følgende<sup>28</sup>:

- 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 (fx 12M = ca. 107 cm fri dørbredde), den frie bredde kan dog variere afhængig af dørtype og dørfabrikat.

---

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



*Figur 6: Fri dørbreder/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.

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. En åben dør optager plads i rummet, som døren åbner ind i. Afhængig af pladsforholdene kan det i nogle tilfælde være hensigtsmæssigt at overveje, om døren mellem forberedelsesrummet og gangen skal åbne ud af forberedelsesrummet i stedet for ind. Det kan optimere arbejdsarealet i forberedelsesrummet.

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.

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

### **MR-skannerrum**

Døre ind til MR-skannerrummet leveres af leverandøren. For at sikre at personer ikke eksponeres u hensigtsmæssigt for magnetfeltet er det vigtigt at have et sikkert MR-miljø. Et sikkert MR-miljø er blandt andet karakteriseret ved en inddeling i 4 sikkerhedszoner. Sikkerhedszonerne er graderet, så zone 1 er den mindst restriktive og zone 4 (oftest skannerrummet) er den mest

restriktive, så der er faste sikkerhedsprocedurer for, hvordan personer føres igennem zonerne<sup>25</sup>. En sikkerhedsprocedure, som anvendes er, at udvalgte døre har monteret låseindikatorer både udvendigt og indvendigt, så uvedkommende ikke har adgang til MR-skannerrummet uden følge af personale med nøglekort. Hvilke døre, der har monteret låseindikatorer, afhænger blandt andet af afdelingen indretning.

Det anbefales at indrette skannerrummet, så der er direkte adgang for patienter gennem forberedelsesrummet via en 15M dør. Hvis der skal være adgang for store og tunge patienter i MR-skannerrummet anbefales en 17M dør. Ofte opsættes skydedør til skannerrum, så der er plads til lejet. Døren mellem forberedelsesrum og 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 store og tunge patienter/svært plejkrævende patienter gennem forberedelsesrummet, anbefales en 17M dør. Hvis der er direkte adgang til rummet via betjeningsrummet, anbefales en 10M dør.

Fra omklædning eller forberedelsesrum til gang anbefales dørautomatik på dørene. Hvis der monteres dørautomatik, anbefales det, at denne har trykaktivering eller berøringsfri sensor. Det er vigtigt at sensorens følsomhed indstilles, så utilsigtede døråbninger undgås. I nogle situationer kan dørautomatik med trykaktivering være mere hensigtsmæssig end berøringsfri sensorer fx ved døren er mellem et omklædningsrum og venterum, hvor utilsigtede døråbninger kan have større konsekvenser. Dørautomatikken anbefales at være hånd-/albuebetjent (placeret 100-110 cm over gulvhøjde). Dørgreb skal kunne nås af såvel gående som kørestolsbrugere.

---

<sup>25</sup> Dansk retningslinje for håndtering af MR-sikkerhed (2024) Høringsudgave <https://mrretningslinjer.dk/>

## 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 afhænger af skannerens dimensionering. Under skanning kører skannerlejet gennem gantry'en, som er et slags rør. Vær opmærksom på, at der afsættes plads til, at skannerlejet kan køres frem og tilbage i hele dens bevægebane samtidig med, at der er afsat plads til personalet, når skannerlejet er i yderposition - se figur 12.

Skannerlejet bevægelsesbane kan variere afhængig af leverandør. Det er vigtigt at overveje perspektivet i forhold til de fremtidige skannere, da rummets dimensionering kan begrænse fremtidige valgmuligheder eller indretninger.

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

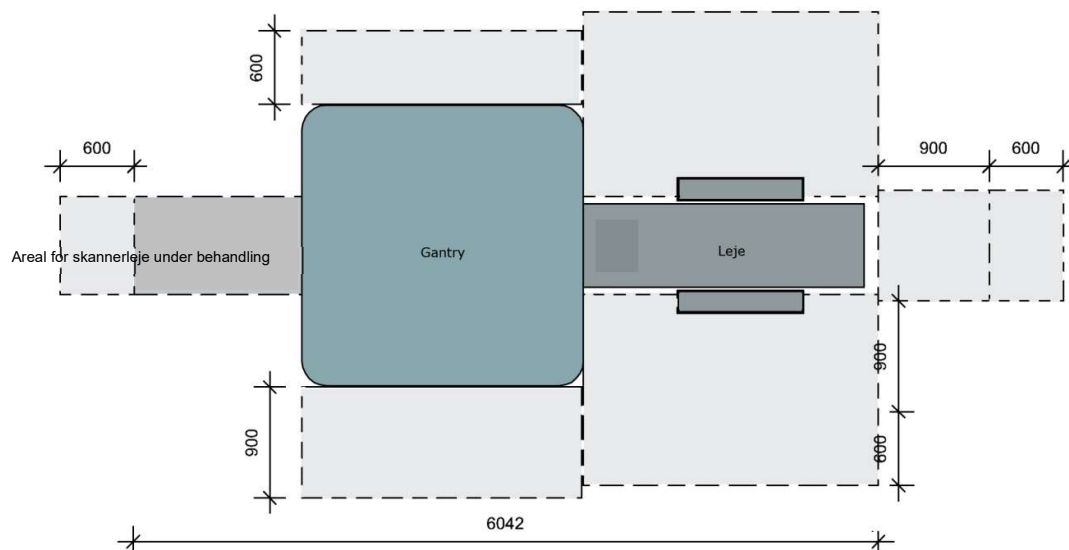
- Rummets minimumsareal
- Skannerens placering i rummet i forhold til skannerens magnetfelt
- Placering og betjening af teknik
- Patienthåndtag over skanner

### Arbejdsarealer ved skanner

Der skal dimensioneres med følgende:

Inventar/udstyr	Pladskrav
Arbejdsareal ved hovedenden af MR-skanner	60 cm passage – men der skal ikke afsættes et arbejdsareal, da anæstesi er ved siden af skannerlejet. Stor og tung patient: Ingen ekstra pladskrav
Lejring og arbejdsareal ved en side af MR-skanner	150 cm (90 cm til arbejdsareal + 60 cm passage) Stor og tung patient: Ingen ekstra pladskrav
Lejring og arbejdsareal ved fodenden af MR-skanner	150 cm (90 cm til arbejdsareal + 60 cm passage) Stor og tung patient: Ingen ekstra pladskrav

*Tabel 4: Arbejdsarealer ved skanner.*



Figur 7: Illustration af arbejdsarealer omkring skanner og leje.

## Betjeningsrum

I betjeningsrummet foregår betjeningen af MR-skanneren under skanningen.

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

Der anbefales, at betjeningsrummet indrettes med tre separate arbejdsstationer, som kan højdereguleres uafhængig af hinanden, og som opfylder kravene i skærbekendtgørelsen. I skærbekendtgørelsen uddybes de særlige krav til arbejdsudstyret, inventar og arbejdspladsens indretning<sup>26</sup>.

Den ene arbejdsstation anvendes til arbejdet med skannerens betjening, dokumentation, registrering samt kontrastsprøjte, hvilket er én samlet arbejdsfunktion, som udføres af en til to personer. Arbejdsbordet skal have plads til op til fire skærme (to til selve skannerens betjening, én til RIS og én til kontrastsprøjten). Bordet skal desuden være tilstrækkeligt dybt (minimum 80 cm) til også at kunne rumme betjeningskonsoller til skanneren, kontrastsprøjten, samtaleanlæg m.m. Der skal være plads til, at to personer kan sidde ved denne betjeningsplads. Det er hensigtsmæssigt, at de fire skærme hæves/sænkes sammen, da de betjenes samlet.

Den anden arbejdsstation er en skærmarbejdsplads indrettet med to skærme, som anvendes til fx dokumentation eller opslag i EPJ mv.

Den tredje arbejdsstation er til studerende, og den indrettes med relevant udstyr.

Fælles for de tre arbejdsstationer er, at arbejdsborde skal være tilstrækkeligt bredde og dybe til at opnå en fleksibel opstilling af udstyr fx skærme, tastatur, betjeningskonsoller og dokumenter<sup>30</sup>. Det anbefales af arbejdsbordene er væghængte, så personalet let kan flytte sig fra en

<sup>26</sup> Arbejdstilsynet (2022) At-vejledning D.2.3-2 Skærmarbejde

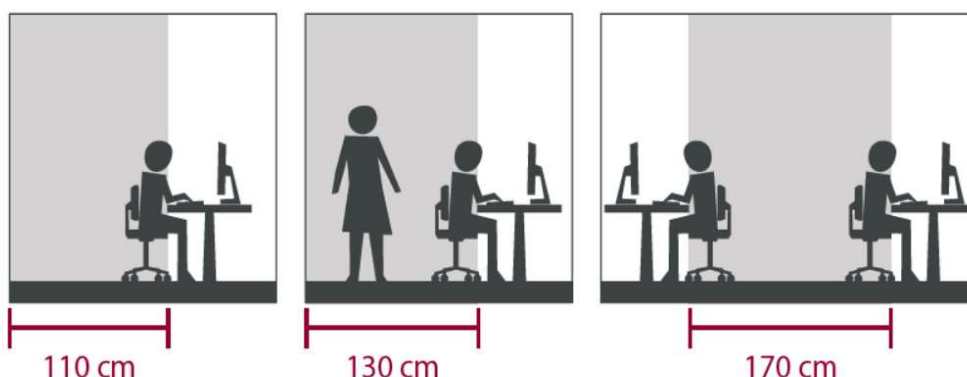
arbejdsstation til en anden uden hensyn til bordben. Det tunge udstyr kræver særlig styrke på gaspatroner i de væghængte borde.

Arbejdsstationen, hvor skanneren skal betjenes, kræver mere plads end en almindelig skærm-arbejdsplads. Det anbefales at lave en mock-up af skannerbetjeningspladsen for at finde den optimale opsætning.

Antal skærme	1	2-3
Borddybde	Minimum 80 cm	Minimum 80 cm
Bordbredde	Minimum 80 cm	Bredde 120 - 160 cm

*Tabel 5: Anbefalinger til bord-dimensionering ved almindelige skærmarbejdspladser.*

I betjeningsrummet anbefales det, at der minimum er 130 cm fra bordkant til væg, så der er plads til stol og passage<sup>27</sup>.



*Figur 8: Bagved 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 130 cm friplads.*

Erfaringsopsamling viser, at personalet har gode erfaringer med, at 2 skannere har fælles betjeningsrum, da det understøtter, at personalet ikke sidder isoleret i ydertimerne, hvor bemanningen er lavere.

Hvis der projekteres med flere skannere, anbefales det, at skannerrum placeres, så 2 skannere kan dele betjeningsrum. Det anbefales at betjeningsrummet indrettes med 2 arbejdsstationer tilknyttet hver skanner og en til to ekstra arbejdsstationer, som er fælles og kan bruges af fx studerende.

Alle arbejdsstationer skal indrettes, så de opfylder kravene i skærbekendtgørelsen. Når 2 skannere har fælles betjeningsrum, er det vigtigt, at rummet har en størrelse og indretning, som

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



understøtter en god akustik, så personalet ikke forstyrrer hinanden. Hvis et betjeningsrum skal betjene to skannere, bør det være samme type skanner (CT-CT eller MR-MR).

Patienten skal kunne observeres fra rummet. Der skal derfor være rude mellem betjeningsrummet og skannerrummet. De områder, som ikke kan ses fra betjeningsrummet, skal være dækket af patientovervågningskameraer. Skærmene til at se billederne fra kameraerne skal monteres, så de er lette at se fra arbejdsstationen, som betjener skanneren i betjeningsrummet.

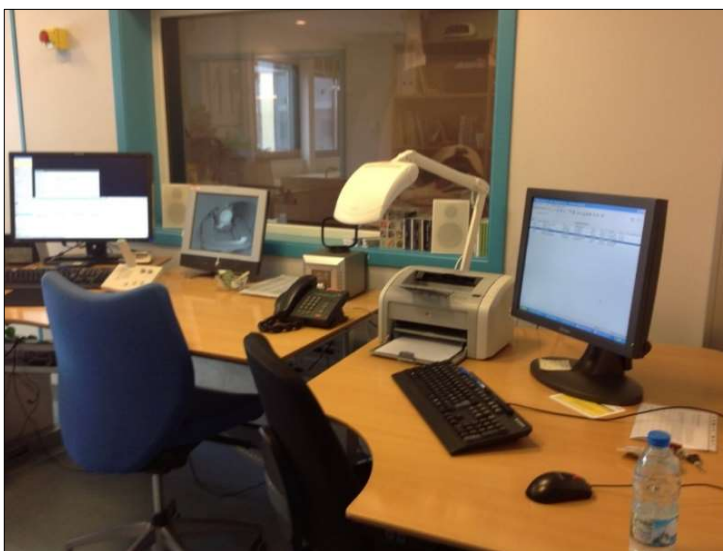
Indkik fra skannerrum til skannerrum fra patienterne skal forhindres, fx ved at vinduerne er forskudt eller ved brug af smart-windows.

Der skal være samtaleanlæg, så betjeningspersonalet kan kommunikere med patienten under skanningen.

Der skal være dagslys i rummet<sup>28</sup>, og rummet skal kunne mørklægges.

Desuden anbefales en beskriverplads i eller i tæt tilknytning til betjeningsrummet. Beskriverpladsen er en separat arbejdsstation, som skal kunne højdereguleres og opfylder kravene i skærbekendtgørelsen.

Der skal være opbevaringsplads til opslagsbøger mv.



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

---

<sup>28</sup> Arbejdstilsynet (2007) AT-vejledning A1.11, *Arbejdsrum på faste arbejdssteder*

### **Beskriverplads**

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

Arbejdsstationerne skal opfylde kravene i skærmbekendtgørelsen, og det anbefales, at rummet indrettes med minimum 2 arbejdsstationer. Arbejdet med at granske, beskrive og dokumentere billeder er oftest en samlet arbejdsfunktion, som foregår ved 3-4 skærme på samme arbejdsbord. Pladskravet er minimum 80 cm i dybden, da skærmene typisk er større end traditionelle skærme, x ca. 60 cm pr. skærm i bredden<sup>29</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 omgivende 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.



*Eksempel på teknikrum, Aarhus Universitetshospital.*

---

<sup>29</sup> Arbejdstilsynet (2008) AT-vejledning A.1.15, Arbejdspladsens indretning og inventar

## **Forberedelsesrum**

Placering af forberedelsesrummet anbefales, så det er let at komme ind i skannerrummet med MR-lejet.

I planlægningen af forberedelsesrummet skal der tages højde for, at rummet vil være præget af pladskrævende aktiviteter<sup>30</sup>. Patienternes kan fx have forskellige funktionsnedsættelse, og mængden af udstyr og antallet af personaler er ligeledes definerende for rummets samlede areal.

I forberedelsesrummet skal der være en håndvask. Der skal desuden være plads til både seng, leje, apparatur samt det nødvendige antal personaler til forflytninger, lejring, forberedelse af patienten til skanningen mv. Der skal afsættes plads til hjertestopbehandling, så patienter med hjertestop kan evakueres ud i forberedelsesrummet, da behandling ikke må foregå i skannerrummet.

Sengen skal kunne komme ind i forberedelsesrummet og let kunne placeres ved siden af MR-lejet. Vær opmærksom på, at sengen til store og tunge patienter/svært plejekrævende patienter er større end en almindelig seng, og at det kræver flere personer at forflytte borgeren.

Det anbefales, at loftlift installeret i forberedelsesrummet og som minimum, at der er forberedt til loftlift.

Der skal være plads til opbevaring af forflytningshjælpemidler og spoler (rammer til at lejre patienterne i) i forskellige størrelser. Spolerne er tunge og anbefales placeret hensigtsmæssigt i forhold til højde og afstand.

Der er brug for ekstra plads ved forflytning af store og tunge patienter – se nedenstående pladskravsanvisninger. Forberedelsesrummet anbefales placeret, så det er let at komme ind i skannerrummet med lejet.

---

<sup>30</sup> Arbejdstilsynet (2024) *AT-vejledning D.3.3-1, Forflytning og anden manuel håndtering af personer*

Inventar/Udstyr	Pladskrav
Anæstesi og arbejdsareal ved hovedenden af seng/MR-leje	60 cm passage – arbejdsareal til anæstesi m.m. er ved siden af seng/leje. Stor og tung patient: Ingen ekstra pladskrav
Lejring og arbejdsareal ved fodenden af seng/MR-leje	150 cm (90 cm til arbejdsareal + 60 cm passage) Stor og tung patient: Ingen ekstra pladskrav
Forflytning fra seng eller kørestol til MR-leje	90 cm på én side af seng og leje til flere personer 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  Stor og tung: 110 cm på én side af seng og leje til flere personer 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 Stor og tung patient: Ø 200 cm
Vending/forflytning m/kørestol	Minimum vendediameter Ø 200 cm Stor og tung patient: Ø 250 cm
Friareal til placering af sejl i kørestol	(Bredde x Længde) 190 x 250 cm Stor og tung patient: 280 x 310 cm
Mobilisering med gangstativ eller rollator	Minimum Ø: 140 cm Stor og tung patient: Ø 175 cm
Seng	Almindelig seng (Opus 7) 100 x op til 236 cm – hertil kommer evt. påhængt udstyr  Bariatrisk seng 135 x 260 cm – hertil kommer evt. påhængt udstyr
MR-leje	74x260cm

Tabel 6: Arbejdsareal i forberedelsesrum.

### Omlædningsrum

Et sikkert MR-miljø er vigtigt. Derfor er det essentielt at de fysiske rammer understøtter, at personalet kan have en fortrolig samtale med patienten. Samtalen er vigtig for, at personalet kan få viden om evt. implantater eller andre informationer, som har betydning for MR-sikkerheden. Manglende information herom er en af hovedårsagerne til patientskader ifm. MR-skanning<sup>31</sup>. Det anbefales at indrette omlædningsrum, da de i højere grad end kabiner har lydisoleret vægge og understøtter en fortrolig samtale.

<sup>31</sup> Dansk retningslinje for håndtering af MR-sikkerhed (2024) Høringsudgave <https://mrretningslinjer.dk/>

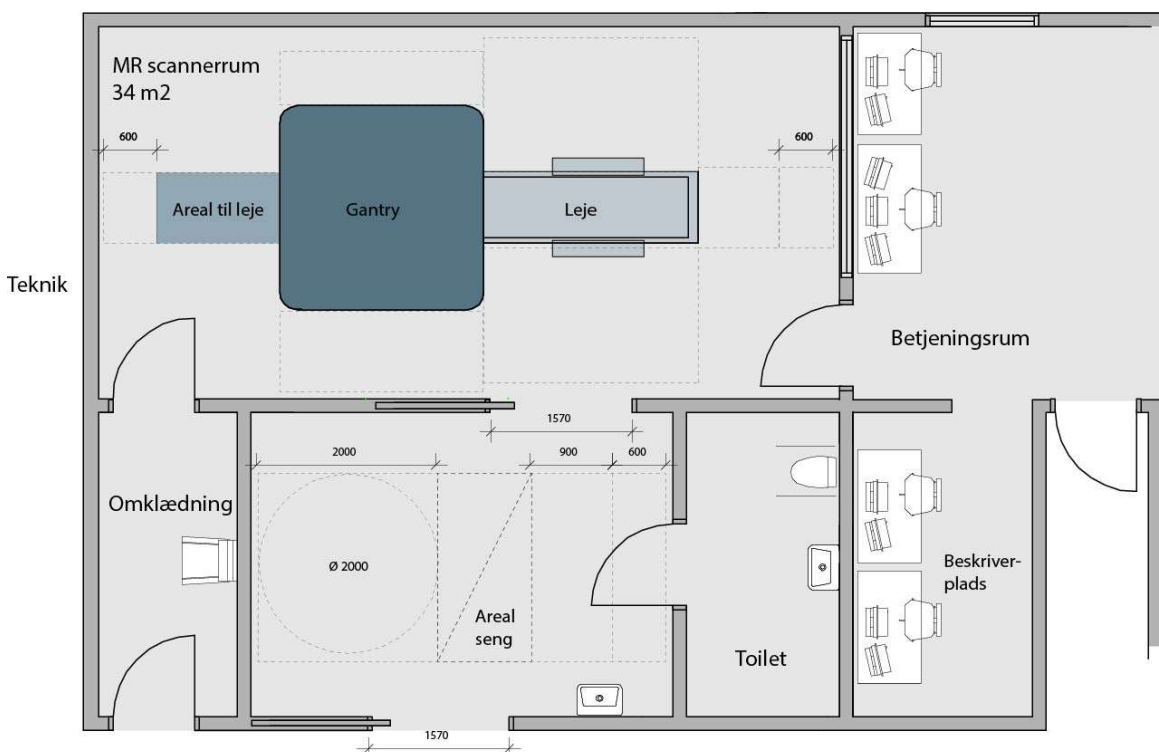
Af hensyn til effektiviteten, anbefales det at indrette 2 omklædningsrum til hver skanner. Det anbefales, at der etableres toilet til hver omklædningsrum eller i umiddelbar nærhed.

Døren fra omklædning anbefales at have udgang til fælles gang og ikke til forberedelsesrum for at opretholde patientflowet.

### Depotrum

Til ekstra udstyr, anæstesiudstyr, lejer og apparatur.

## 10.3 Eksempel

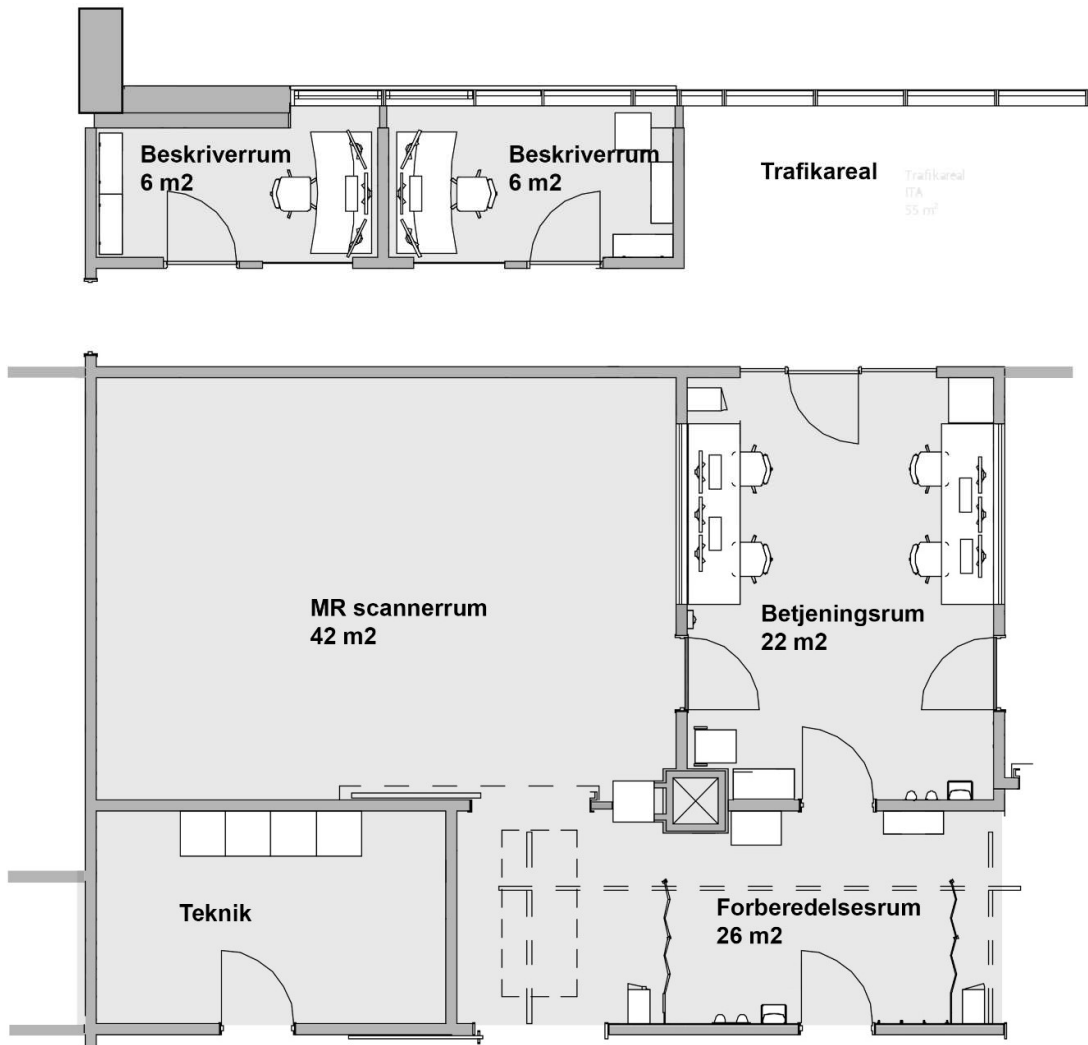


Figur 9: Eksempel på indretning af MR-skannerrum med tilhørende støttefunktioner. Skannerrummet er 34 m<sup>2</sup>.

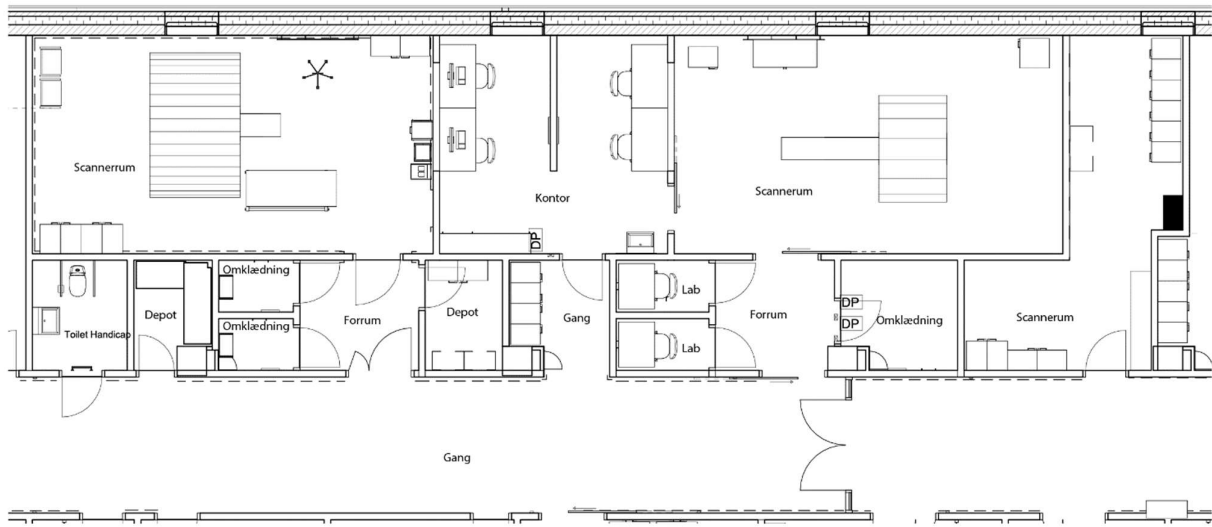
Skannerens størrelse kan variere, afhængigt af leverandør. I forhold til fleksibiliteten kan det være en fordel at teknikerummet ligger bag gantry'et, da pladskravene til teknikerummet kan variere afhængigt af skannerleverandørens anbefalinger.

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



Figur 11: Eksempel på indretning af MR-skannerrum på Aarhus Universitetshospital med tilhørende støttefunktioner. Skannerrummene er 'spejlet' om betjeningsrummet. Skannerrummene er 41-43 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/hylder til skannerudstyr (spoler/coils), linned mv. placeres i nærheden af lejet. Skabe skal være lukkede
- 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
- Oplysnings-skærm (med blandt andet CPR-nummer) Dette opnås fx ved:
  - at CPR-nummer er synligt på skannerskærme
  - at opstille en ekstra monitor, 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
- Én arbejdsplads til studerende
- Patientovervågningsmonitor
- Skabe til opbevaring af kontrastvæske, dokumentation mv. Antal afklares med brugerne
- Arbejdslamper
- Ophæng til håndsprit
- Ur



### **Beskriverplads**

- Minimum 2 arbejdspladser 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 forventes 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
- Oplysnings-skærm 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

**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	Kontrolrum
Temperatur	18-22 °C	15-24 °C	15-30 °C
Luftskifte	Min 6 gange pr. time		
Ændring i temperatur	Max 3 °C/time	Max 3 °C/time	Max 3 °C/time
Luftfugtighed	40-60 %	40-60 %	40-60 %
Varmeafgivelse til luft	<= 3kW	<= 12 kW	<= 2 kW

#### VVS

Varmeafgivelse til vand	75 kW (altid min 8 kW)
Flow	90-132 l/min
Vand temperatur	6-12 +/- 2 °C pr. 10 min
Tryk tab	<1 bar
Ph	6.5-8
Filter	100 µm
Tryk	Max 6 bar
Hårdhed	< 200 ppm CaCO <sub>3</sub>

### Byggeri

#### Indtransport

	Magnet mål	Anbefalet
Højde	2400 mm	2500 mm
Længde	2500 mm	2500
Bredde	2400 mm	2500 mm

#### Belastning

Magnet	Max 8000 kg
Kabine	Ca. 100 kg/m <sup>2</sup>
Jernafskærmning	1000-2000 kg
Kabinetter i teknikrum	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>	<110 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.

### TRIVSEL OG INDRETNING

#### Referencer

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*  
Dansk Blindesamfund TIBS - <https://tibs.blind.dk/>

#### Øvrigt materiale

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

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

### BÆREDYGTIGHED

#### Referencer

Region Midtjylland, Strategi for bæredygtighed 2030

Region Midtjylland (2024) *Designguide for bæredygtigt byggeri*

#### Øvrigt materiale

<http://www.rfbb.dk>

### SIKKERHED

#### Referencer

Region Hovedstaden (2007) Medarbejdernes vurdering af patientsikkerhed (2006)

Region Midtjylland (2024) *Gulvbelægning og arbejdsmiljø*

*Stærkstrømsreglementet § 814.4.2.*

Dansk retningslinje for håndtering af MR-sikkerhed (2024) Høringsudgave <https://mrretningslinjer.dk/>

Bekendtgørelse 1082 (2016) om Sikkerhed om udførelse og drift af elektriske installationer

#### Øvrigt materiale

Dansk Patientsikkerhedsdatabase, *Årsrapport- DPSD*

### INFEKTIONSHYGIJNE

#### Referencer

Statens Serum Institut (2024) *National Infektionshygiejnske Retningslinjer for Nybyggeri og renovering i sundheds- og plejesektoren*

### INSTALLATIONER

#### Referencer

-

### KONSTRUKTION OG FREMTIDSSIKRING

#### Referencer

-

### INDEKLIMA

#### Referencer

Arbejdstilsynet (2023) *Bekendtgørelse nr. 835 om faste arbejdssteders indretning*

Dansk Standard (2019) *DS/EN 16798 Bygningers energieffektivitet – ventilation i bygninger*

*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*

Bygningsreglementet 2018, BR18  
Statens Byggeforskningsinstitut (2017) Branchevejledning for indeklimaberegninger

Øvrigt materiale

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

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

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

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

**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 (2022) *AT-vejledning D.2.3, Skærmarbejde*

Arbejdstilsynet (2024) *AT-vejledning D.3.3-1, Forflytning og anden manuel håndtering af personer*

Plambech og Bøgedahl (2012) *Pladskrav og indretning til svært overvægtige*

Dansk retningslinje for håndtering af MR-sikkerhed (2024) Høringsudgave <https://mrretningslinjer.dk/>

Øvrigt materiale

Arbejdstilsynet (2023) *Bekendtgørelse nr. 835 om faste arbejdssteders indretning*

Arbejdstilsynet (1992) *Bekendtgørelse nr. 1108, om arbejde ved skærmterminaler*

Bygge- og boligstyrelsen m.fl. (1997) *Indretning af ældreboliger for fysisk plejkrævende m.fl. En vejledning.*  
<http://www.hmi-basen.dk>

Ribe Amt (2001) *Egnet byggeri – for ældre og handicappede*

**INVENTAR**

Referencer

-

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*



---

**Region Midtjylland**

*Koncern Økonomi, Byggeri & Ejendomme*

*Koncern HR, Arbejdsmiljø*

*Indkøb & Medicoteknik*