

DESIGNGUIDE FOR HOSPITALSBYGGERI
I REGION MIDTJYLLAND

MR-scannerfunktion

*MR-scannerrum for lukkede 1,5 og
3 T MR-scannere, betjeningsrum,
forberedelsesrum, beskriverrum
og teknikrum*

Version II
Juni 2017



Region Midtjylland

*Sundhedsplanlægning
Koncern HR, Fysisk Arbejds miljø
Indkøb & Medicoteknik*

**DESIGNGUIDE FOR HOSPITALSBYGGERI I REGION MIDTJYLLAND
MR-scannerfunktion for lukkede 1,5 og 3 T MR-scannere; MR-
scannerrum, betjeningsrum, forberedelsesrum, beskriverrum og
teknikrum**

Version II

Juni 2017

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

Kontakt: **Sundhedsplanlægning**
Torben Agerkilde: torage@rm.dk
Jacob Haagerup: jachaa@rm.dk
Louise Mounier: loumou@rm.dk

Koncern HR, Fysisk Arbejds miljø

Ulla Madsen: ullmad@rm.dk
Tue Lindstrøm: tuelin@rm.dk
Bente Grau-Hansen: bengra@rm.dk
Anne Mette Hansen: anhan4@rm.dk

Indkøb & Medicoteknik

Lars Hansen: lars.hansen@stab.rm.dk

Designguiden kan downloades på www.byggeri.rm.dk

1 INTRODUKTION	4
1.1 Forankring	4
1.2 Grundlag	5
2 OM DESIGNGUIDEN	6
2.1 Placering i det samlede hospital	6
2.2 Funktionsbeskrivelse	7
2.3 Forudsætninger	8
3 TRIVSEL	10
3.1 Udsyn og lysindfald	10
3.2 Farver og kunst	12
3.3 Designet lyd og musik	12
4 BÆREDYGTIGHED	13
5 SIKKERHED	15
5.1 Generelt	15
5.2 Kendte ricisi	15
5.3 Patientsikkerhed	17
5.4 Personalesikkerhed	17
6 HYGIEJNE	20
6.1 Overflader	20
6.2 Installationer	21
6.3 Udstyr og inventar	21
6.4 Håndhygiejne og håndvask	21
7 INDEKLIMA	22
7.1 Indeklimakategori	22
7.2 Temperatur	22
7.3 Ventilation og luftkvalitet	24
7.4 Lys	25
7.5 Kunstig belysning	25
7.6 Lyd og rumakustik	27
8 INSTALLATIONER	28
8.1 Heliumafkast (quencherør)	28
9 KONSTRUKTIONER	30
9.1 Konstruktion	30
9.2 Fremtidssikring	32
10 PLADSKRAV OG INDRETNING	33
10.1 Adgangsforhold	33
10.2 Dimensionering	35
10.3 Eksempel	41
11 INVENTAR/TJEKLISTE	43
11.1 Fast inventar	43
11.2 Udstyr og flytbart inventar	44
12 BILAG 1 - TEKNISKE SPECIFIKATIONER	46
13 KILDEMATERIALE	48

1 INTRODUKTION

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

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

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

1.1 Forankring

Designguide for Hospitalsbyggeri i Region Midtjylland er forankret i Koncernledelsen. Før 31. august 2017 var de forankret i Strategisk Sundhedsledelsesforum (SSLF)¹. SSLF besluttede i februar 2012, at anbefalingerne i Designguiden 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,

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

og her skal de konkrete afvigelser ligeledes forklares og begrundes. Det er projektlederens ansvar, at hospitalsledelsen orienteres om eventuelle fravigelser.

1.2 Grundlag

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

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

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

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

TJEKBOKS

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

2 OM DESIGNGUIDEN

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

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

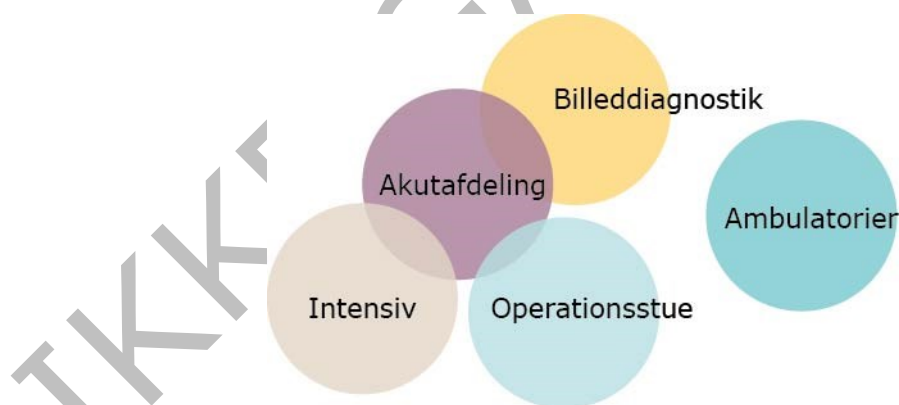
I bilag 1 er opgivet en række tekniske specifikationer udarbejdet af Indkøb & Medicoteknik.

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

2.1 Placering i det samlede hospital

Der ligger en høj grad af logistik, processer, arbejdsgange og sammenhænge med øvrige afdelinger, som eksempelvis den fælles akutafdeling og operationsafdelingen, til grund for placering af billeddiagnostiske rum og afdelinger i hospitalet. Den interne logistik og sammenhæng med eksterne adgangsveje er afgørende for, om der kan skabes hensigtsmæssige arbejdsgange omkring afdelingen. Krav til nærhed gælder såvel horisontalt som vertikalt. Placering af MR-scannerrum i forhold til at få selve scanneren transporteret ind i rummet på grund af vægten skal overvejes.

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



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

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-scannerfunktionen. Designguiden kan ikke stå alene eller træde i stedet for den rådgivning, som medicotekniske rådgivere og ansvarlige fysikere står for. Designguiden tager udgangspunkt i de MR-scannere og krav, der eksisterer i dag.

MR-scanning 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-scanningen, men hverken røntgen- eller radioaktiv stråling, som ved andre scanningstyper.

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

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

MR-scanneren 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 scanneren. Undersøgelsen udføres fra et separat betjeningsrum.

Da MR-scanneren er påvirkelig af elektromagnetiske bølger, placeres den i et Faraday-bur, som skærmer den mod radiobølger udefra. Når man indkøber en MR-scanner, medfølger der derfor både scanner, styringer og teknik samt den rumafskærmning, der er nødvendig.

Det kraftige magnetfelt, som scanneren konstant er omgivet af, betyder, at der i scannerrummet ikke må medtages eller installeres noget udstyr, inventar eller apparatur, der er lavet af magnetisk materiale.

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

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

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

Leverandørernes "planning guides" er ofte meget omfattende, og det kan derfor være hensigtsmæssigt at bede leverandøren om at udarbejde et kort resumé af planning guiden, hvori de væsentligste specifikationer listes i et overskueligt format til brug ved indretning af det spe-

cifikke rum. Derudover kan henvises til "Nybyggeri og ombygninger på hospitaler i Region Midtjylland", der beskriver de enkelte faser i et byggeri, samt hvilke aktører der bør inddrages og hvornår.

2.2.1 Definitioner

- **MR-Scannerrum:** Rummet som selve scanneren er placeret i. Rummet er omsluttet af et Faraday-bur
- **Betjeningsrum:** Rum med direkte adgang til scannerrummet, hvorfra personalet betjener MR-scanneren. Karakteriseret ved flere skærmarbejdspladser og et vindue ind til scannerrummet, så personalet kan se patienten under scanningen
- **Beskriverrum:** Rum eller plads hvor personalet kan betragte og beskrive scanningsbilleder
- **Omklædningsrum:** Kabine eller rum hvor patienten kan klæde om og lægge sine ejendele
- **Forberedelsesrum:** Rum til klargøring af patient forud for scanning ved lægning af venflon. Patienter kan omlægges fra seng til ikke magnetisk leje eller fra almindelig kørestol til ikke magnetisk kørestol
- **Teknikrum:** Rum til placering af al teknik vedrørende MR-scanneren
- **Arbejdsareal:** Defineres som den plads hjælpere, patient, inventar og udstyr har brug for ved forskellige arbejdsfunktioner

2.3 Forudsætninger

I det følgende beskrives opmærksomhedspunkter og løsningsforslag til MR-scannerrum, betjeningsrum og teknikrum.

Øvrige rum som toilet, omklædnings- og ventefaciliteter, som skal placeres i tilknytning til MR-scannerrummet, er ikke beskrevet i denne guide.

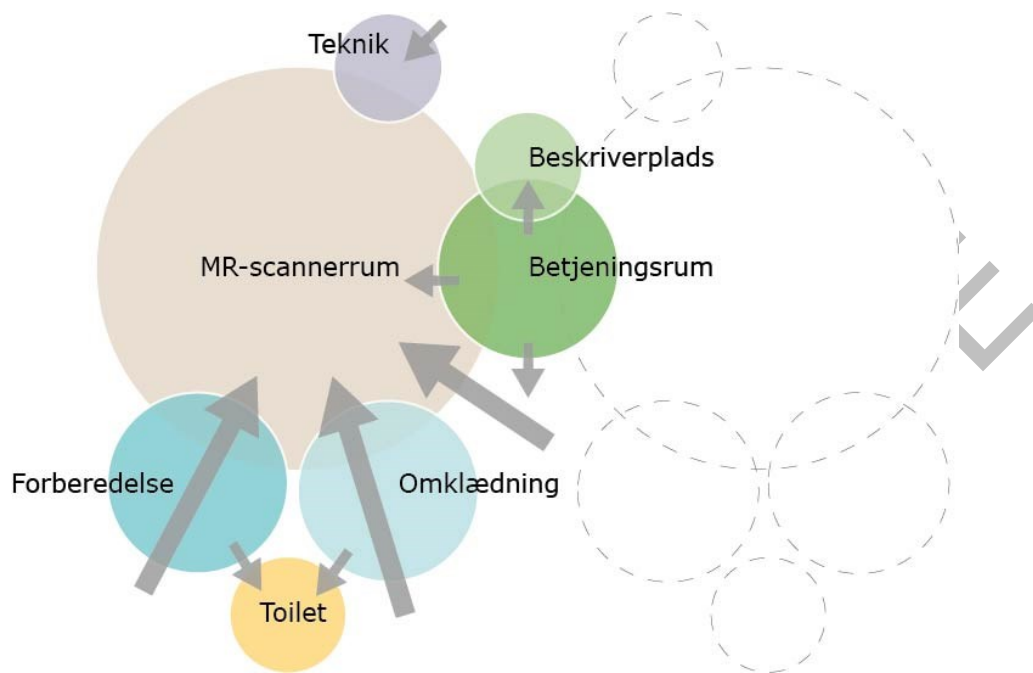
Designguiden er udarbejdet ud fra følgende forudsætninger:

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

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

På figur 2 ses et konceptprogram for placering af MR-scannerrum i forhold til tilhørende funktioner. Har afdelingen mere end ét MR-scannerrum, kan betjenings- og beskriverområdet med

fordel ofte være fælles. Har afdelingen mere end to MR-scannerrum, kan man overveje, om der er behov for et stort forberedelsesrum (liggende patienter) til alle scannerrum.



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



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

3 TRIVSEL

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

For både patienter, pårørende og personale kan der være forskellige stressfaktorer på hospitalet. Patienter kan være bekymrede over deres tilstand, være angst for resultatet af scanningen mv. Desuden kan den psykologiske effekt af ikke at være i kontrol og befinde sig i uvished være en stressfaktor.

Personalet kan opleve stress på grund af ubalance mellem krav og ressourcer, krævende ansvar og skiftende vagter. Endelig kan mangel på uforstyrret arbejdsrum være anledning til øget stressniveau for personalet.

Der er evidens for, at arkitektoniske parametre såsom udsigt til grønne omgivelser, lys, farver, kunst og lyd – også sammenfattet i begrebet "helende arkitektur" – kan mindske stressfaktorer. Eftersom disse parametre kan være med til at øge patientens og personalets velbefindende, skabe tryghed og øge medarbejdertilfredsheden, bør det overvejes, om der kan arbejdes med disse begreber ved design af de forskellige rum tilhørende MR-scannerfunktionen².

TJEKBOKS

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

3.1 Udsyn og lysindfald

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

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

² Ulrich et al. 2004

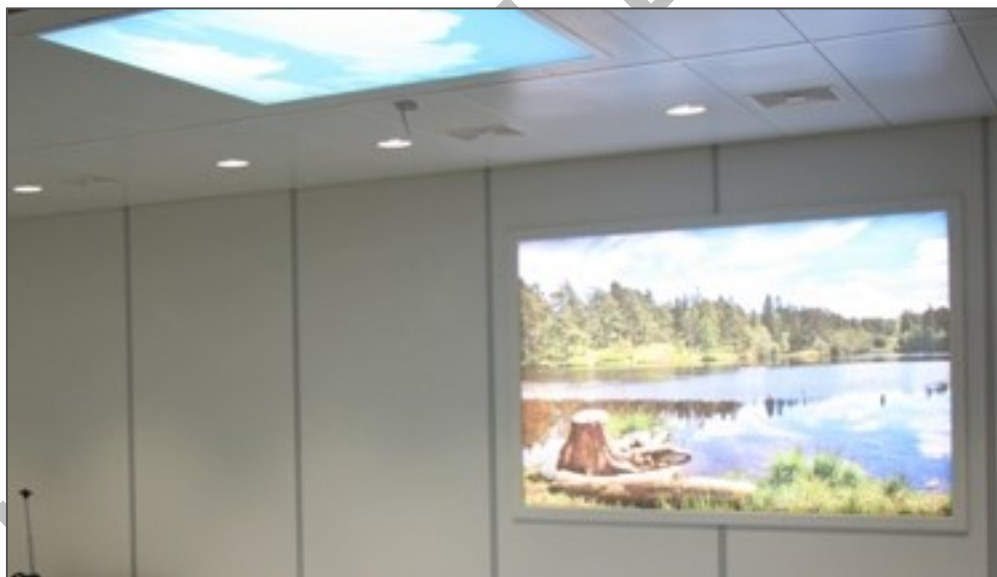
Idet patienten opholder sig meget kortvarigt i selve MR-scannerrummet, er det ikke et krav, at der er dagslys eller udsyn til omgivelserne, men det anbefales overvejet for at modvirke klaustrofobi, som nogle patienter oplever i forbindelse med MR-scanning.

Såfremt der er et vindue i MR-scannerrummet, skal det kunne afskærmes, så der ikke er indkig. Indkig fra et scannerrum til et andet scannerrum gennem betjeningsrum bør forhindres. Desuden skal ruden være en del af det intakte Faraday-bur og dermed leveres af scannerleverandøren.

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 effekter som kunstigt ovenlys eller kunstige vinduer bidrage til en positiv oplevelse af rummet.

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

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



Figur 4: Eksempel på integreret kunstigt ovenlys og vindue i MR-scannerrum på Bornholms Hospital. Kilde: www.bornholmshospital.dk

3.2 Farver og kunst

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

TJEKBOKS

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

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

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

3.3 Designet lyd og musik

En MR-scanner afgiver meget støj under scanning. Derfor leveres der sammen med scanneren altid hovedtelefoner til patienten.

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

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

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

4 BÆREDYGTIGHED

Region Midtjylland har udarbejdet en strategi og handlingsplan for arbejde for et bedre lokalt og globalt miljø. I Lokal Agenda 21, Samfundsansvar og bæredygtighed fokuseres der på at forbedre energi- og miljøforholdene af hensyn til det globale miljø og for at fremme sundhed og arbejdsmiljø på regionens hospitaler, i institutionerne og regionshusene³.

Region Midtjyllands afdeling Koncernøkonomi, Byggeri og Ejendomme har ligeledes udarbejdet Retningslinjer for bæredygtigt byggeri, som samler alle formelle krav hertil. Retningslinjerne har til formål at sikre et bæredygtigt niveau på regionens bygninger⁴.



TJEKBOKS

- Scannerfunktionen skal leve op til principperne om økonomisk, miljømæssig og social bæredygtighed, jævnfør Agenda 21 Strategi og handlingsplan for Region Midtjylland
- Scannerfunktionen skal leve op til de formelle krav til bæredygtigt byggeri, som formuleret i Retningslinjer for bæredygtigt byggeri
- Scannerens energiforbrug i drift og standby-tilstand skal tages i betragtning ved valg af udstyr

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

Miljømæssig bæredygtighed omhandler energi og ressourceforbrug samt miljøpåvirkning af vand, jord og luft. Det kan imidlertid være vanskeligt at opstille energi- og miljømæssige an-

³ Region Midtjylland (2016) Samfundsansvar og bæredygtighed 2016-2019, Strategi for Agenda 21

⁴ Region Midtjylland (2015) Retningslinjer for bæredygtigt byggeri

befalinger for scannerfunktionerne alene, da de i energi- og miljømæssig sammenhæng ikke er en selvstændig størrelse. På rumniveau kan man dog arbejde med forskellige energi- og resourcebesparende installationer ved valg af f.eks. belysning og intelligent varmestyring. Desuden skal scannerudstyrets energiforbrug i drift tages i betragtning. Udstyrets energiforbrug, når det er i funktion og standby-tilstand, er væsentligt. Udstyret afgiver en del varme, hvorfor genanvendelse af overskudsvarmen fra udstyret bør medtænkes.

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

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

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

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

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

Læs mere i Lokal Agenda 21, Strategi og handlingsplan 2016-2019, udarbejdet af Region Midtjylland.

5 SIKKERHED

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

- Fejlbehandlinger
- Fald
- Fysisk overbelastning og nedslidning
- Stress

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

TJEKBOKS

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

5.1 Generelt

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

Antallet af forstyrrelser af personalet er relateret til antallet af utilsigtede hændelser⁵. Det skal derfor i projekteringen sikres, at de tekniske løsninger, som reducerer antallet af forstyrrelser, kan integreres. Det kan f.eks. være kaldesystemer, hvor kun de relevante personer kontaktes.

5.2 Kendte risici

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

⁵ Region Hovedstaden (maj 2007) Medarbejdernes vurdering af patientsikkerhedskulturen 2006.

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

Gulve

I scannerrum 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 R9⁶.

Lys

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

Loftlifte

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

Støj

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

Farver

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

Afskærmning

MR-scanneren virker ved hjælp af et meget kraftigt magnetfelt. Vægge, gulv, loft døre og vinduer/ruder skal afskærme MR-scannerens magnetfelt mod omliggende rum⁷ og placeres i et Faraday-bur. Da MR-scannere støjer kraftigt, og da der ligeledes er støj fra teknikrum, er støj-dæmpning i forhold til omgivelserne meget vigtig.

⁶ Region Midtjylland (2014) *Gulvbelægning og arbejdsmiljø*

⁷ Siemens Planning Guide, *MAGNETOM MR. Planning Guide. System Planning Guide for MAGNETOM Skyra 3.OT. Draft 24/06/2010.*

5.3 Patientsikkerhed

Hvis genstande indeholdende jern i form af hårnåle, senge, værktøj, nøgler og sakse kommer for tæt på scannerens magnetfelt, kan det føre til skade på både udstyr og personer.

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

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

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

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

Reduktion af støj og varme har direkte indflydelse på risikoen for, at personalet laver fejl og dermed for patienternes sikkerhed. Det bør derfor tilstræbes at efterleve de beskrevne anbefalinger i afsnittet om indeklima.

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

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

5.4 Personalesikkerhed

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

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

Vægge, gulv, loft, døre og vinduer/ruder skal afskærme MR-scannerens magnetfelt mod omkringliggende rum⁸.

⁸ Siemens Planning Guide, *MAGNETOM MR. Planning Guide. System Planning Guide for MAGNETOM Skyra 3.0T. Draft 24/06/2010.*

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

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

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

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

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

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

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

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

Teknikrum skal have en størrelse, der er tilstrækkelig til at en tekniker kan arbejde i rummet i fornuftige arbejdsstillinger. Der skal i henhold til Stærkstrømsreglementet være friplads på 0,70 m foran el-tavler i hele tavlens højde⁹.

5.4.1 5 Gauss linjen (Pacemaker-grænsen)

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

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

⁹ Stærkstrømsreglementet § 814.4.2

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

Leverandør	Philips		Siemens		GE	
Felt styrke	1.5T	3.0T	1.5T	3.0T	1.5T	3.0T
Udbredelse i scannerens længde retning	3,8 m	5,0 m	4,0 m	4,6 m	4,0 m	5,1 m
Udbredelse på tværs af scanneren	2,4 m	3,1 m	2,5 m	2,6 m	2,4 m	2,8 m

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

IKKKE GÆLDENDE

6 HYGIEJNE

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

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

TJEKBOKS

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

6.1 Overflader

Generelt skal lofter, malede vægge og gulvbelægning være slidstærke og kunne tåle diverse rengøringsmidler og desinfektionsmidler. Overfladerne skal være glatte og lette at rengøre¹⁰. Af hensyn til rengøring af rummene bør skarpe hjørner undgås mest muligt, 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.

¹⁰ Statens Serum Institut (2013) *Nationale infektionshygiejniske retningslinjer for nybygning og renovering i sundhedssektoren*.

6.2 Installationer

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

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

Desuden skal installationerne kunne tilgås uden for rummet.

6.3 Udstyr og inventar

For alt inventar gælder, at det skal have vaskbare, glatte og rengøringsvenlige overflader, som tåler daglig rengøring og desinfektion.

Af hensyn til rengøring af rummene anbefales mest muligt inventar placeret på hjul eller væghængt.

6.4 Håndhygiejne og håndvask

Håndhygiejne på et hospital er yderst vigtig, da overførslen af smitte ofte sker via de bakterier, der sætter sig på hænder ved berøring af personer og genstande. Da vand leder radiobølger, kan der ikke anvendes en traditionel håndvask med traditionelle installationer i MR-scannerrummet. Der kan etableres en specialhåndvask, men på grund af de økonomiske omkostninger, anbefales det ikke at placere en håndvask i MR-scannerrummet.

Derfor anbefales der udelukkende håndvask i betjeningsrummet. Ved håndvasken skal der være det nødvendige håndhygiejneudstyr såsom handsker, flydende sæbe og engangshåndklæder samt hånddesinfektionsmiddel¹¹. Håndvask kan evt. integreres med bordplade og skabsarrangement.

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

Håndvask skal være uden bundprop og overløbshul¹² og fuges ved væg.

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

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

¹¹ Statens Serum Institut (2013) *Nationale infektionshygiejniske retningslinjer for nybygning og renovering i sundhedssektoren.*

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

7 INDEKLIMA

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

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

7.1 Indeklimakategori

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

Det anbefales, at indeklimaet i betjeningsrummet, beskriverrummet og MR-scannerrummet dimensioneres efter denne indeklimakategori. Til eftervisning af indeklimaets niveau anbefales det at bruge et simuleringsprogram.

TJEKBOKS

- Det anbefales, at indeklimaet i betjeningsrummet, beskriverrummet og MR-scannerrummet dimensioneres tilsvarende kategori I jf. DS/EN 15251 og kategori A jf. DS/CEN/CR 1752

7.2 Temperatur

Temperaturen i rummene er afhængig af, hvor meget varme der tilføres, og hvor stort varmetabet er, samt hvor meget der evt. køles. Varmetilførslen sker internt fra personer, apparatur, belysning og opvarmningskilder og eksternt ved varme fra solen. Temperaturforholdene skal tilpasses, så der opnås et godt indeklima¹³. Der henvises til fabrikantens anbefalinger for temperaturer i hhv. scannerrummet og teknikrum. Kølebehov og kølemetode er afhængig af fabrikat og type af scanner. Varme fra it-udstyr mv. bør fjernes så tæt på kilden som muligt.

¹³ Arbejdstilsynet (2001) Bekendtgørelse nr. 96 om Faste arbejdssteders indretning

TJEKBOKS

- I MR-scannerrummet anbefales en rumtemperatur på 20-23 °C. Idealtemperatur 21 °C. Nogle scannere tåler ikke temperaturer over 21 °C
- I betjeningsrummet anbefales en rumtemperatur om vinteren på 21 °C +/- 1 °C, og sommertemperatur på 23 °C +/- 1 °C
- I teknikummet er temperaturen afhængig af leverandørspecifikationer i forhold til udstyr og udstyrets varmeafgivelse
- I beskriverrum anbefales en rumtemperatur om vinteren på 21 °C +/- 1 °C, og en sommertemperatur 23 °C +/- 1 °C

7.2.1 Komfort

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

7.2.2 Anbefalet temperatur

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

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

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

Der henvises i øvrigt til fabrikantens anbefalinger for temperaturer til hhv. scannerrum og teknikum. Kølebehov og -metode er afhængig af fabrikat og type af scanner.

7.2.3 Toleranceoverskridelser i beskriverrum og betjeningsrum

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

Anbefalingerne fra DS474¹⁴ kan anvendes som et mål for en maksimal toleranceoverskridelse i brugstiden, hvor den operative temperatur højst må overskride 26 °C i 100 timer og 27 °C i 25 timer i løbet af et typisk år. I DS/EN 15251 accepteres ligeledes en toleranceoverskridelse på 3-5 % i forhold til de enkelte indeklimakategoriens maksimale temperaturer.

¹⁴ Dansk Standard (474 (1993, inklusiv rettelsesblad 1:1995) Specifikation af termisk indeklima

7.3 Ventilation og luftkvalitet

Det skal sikres, at der er en god luftkvalitet i rummene¹⁵. 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-scanner afgiver op til 4kW varme til rummet
- Nogle leverandører kræver et luftskifte på min. 500 m³/timen

7.3.1 Belastning

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

Forureningsbelastningen i rummet kan variere, da der, ud over patienten, lejlighedsvis vil være forskelligt antal personale 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 afgang af forskellige kemiske stoffer samt i nogle tilfælde give et stort bidrag til varmebelastningen. En MR-scanner afgiver op til 4kW varme til rummet.

Byggematerialer og inventar, som afgiver skadelige dampe, 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 emissionstestede.

7.3.2 Anbefalet ventilation

Ventilationsbehovet 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 scannerrum og betjeningsrum, så der generelt ventileres i forhold til belastning af rummene. Der bør være VAV regulering af ventilationsluften, styret af temperatur og CO₂ måler.

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

¹⁵ Arbejdstilsynet (2001) Bekendtgørelse nr. 96 om Faste arbejdssteders indretning

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

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

7.4 Lys

Arbejdstilsynets krav om dagslys skal overholdes¹⁶.

Der er ikke krav om dagslys i scannerrum eller teknikrum, dog giver et vindue en bedre patientoplevelse i scannerrummet. Hvis der er vinduer i beskriverrummet og betjeningsrummet, skal disse kunne mørklægges, idet dagslys påvirker den diagnostiske kvalitet negativt¹⁷.

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

7.5 Kunstig belysning

Den gode kunstige belysning er en balance mellem diffust og rettet lys. Det er vigtigt, at lyset kan tilpasses rummets aktiviteter.

Belysningskilderne må ikke blænde personalet¹⁸. Desuden bør man undgå blænding af liggende patienter. Den almene rumbelysning skal være flimmerfri og have god farvegengivelse.

I beskriverrum skal belysningen kunne reguleres, så det kan dæmpes til 50 lux¹⁹.

TJEKBOKS

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

¹⁶ Arbejdstilsynet (2001) Bekendtgørelse nr. 96 om Faste arbejdssteders indretning

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

¹⁸ Arbejdstilsynet (2001) Bekendtgørelse nr. 96 om Faste arbejdssteders indretning

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

7.5.1 Anbefalet belysning

Generelt anbefales en almen rumbelysning på minimum 300 lux²⁰. Den almene rumbelysning anbefales at være med manuel dæmpning.

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

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

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

	1. Traditionel belysning med loftarmaturer	2. Traditionel belysning med loftarmaturer med dæmpning	3. Dynamisk belysning	4. Farvet belysning
Scannerrum			X	
Betjeningsrum				X M
Beskriver funktion				X M
Forberedelsesrum		(X)	X	
Omklædning	X			

"M" betyder behov for mørklægningsmulighed

(X) betyder kan overvejes

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

7.6 Lyd og rumakustik

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

TJEKBOKS

- Fokus på lav efterklangstid og god taleforståelighed i både forberedelsesrum, scanner- rum og betjeningsrum
- Støjkrav fra installationer, tilstødende rum og omgivelser skal overholdes
- En MR-scanner afgiver støj under scanningen, op til 125-130 dBA

7.6.1 Anbefalet støjniveau

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

Der anbefales en lav efterklangstid i scannerrum og betjeningsrum samt ved beskriverfunktionen, og der skal være opmærksomhed på god taleforståelighed omkring lejet i scannerrum og i betjeningsrum. Baggrundsstøjen fra tekniske installationer, tilstødende lokaler og omgivelser skal overholde gældende krav²¹. For at skærme for lyd til naborum bør væggene have tilfredsstillende lydisolans.

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

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

²¹ 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-scannerrummet end dem, der vedrører scannerrummet

Leverandøren leverer oftest rummets installationer som belysning, ventilation, ilt, sug og trykluft i panel mv. Forsyninger til MR-scanneren (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 scannerrum²².

Der må ikke være andre installationer i rummet end dem, der vedrører scannerrummet.

Der skal etableres et quench-rør fra MR-scannerens gantry til det fri²². Røret benyttes i forbindelse med udledning af helium blandt andet i forbindelse med nedlukning.

Der skal etableres nødstop til strømforsyning og magnet²². Det anbefales, at der etableres 2 nødstop til magneten, placeret i henholdsvis scannerrum 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-scannere indeholder store mængder flydende helium (op til 1300 liter). I forbindelse med nødstilfælde eller ved fejl på scanneren 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 scanner fordamper, dannes over 10.000 kubikmeter gas. Denne gas skal ledes ud, hvilket sker via et særligt rør (quench-rør)²². Quench-røret skal lede ud i fri luft og være så kort som muligt og med så få bøjninger som muligt. Et længere rør eller flere bøjninger medfører, at rørets tykkelse øges.

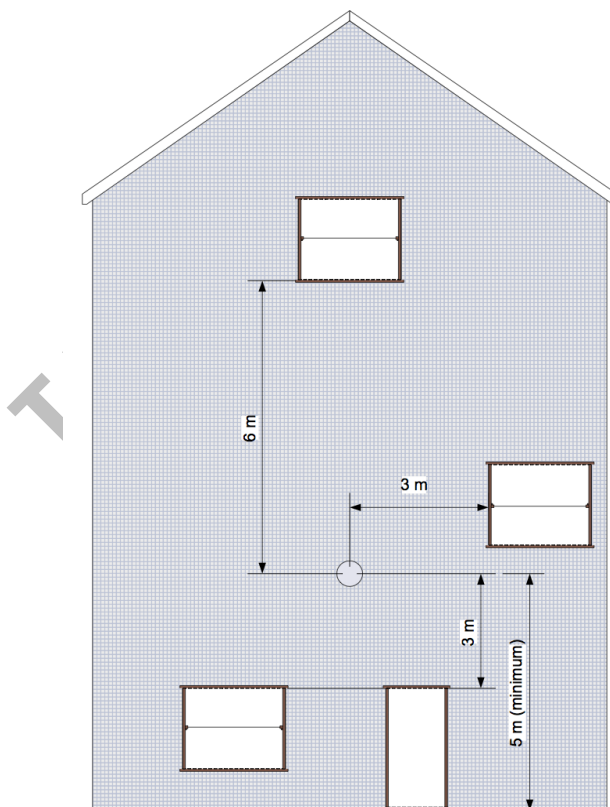
Hver MR-scanner har brug for sit eget quench-rør og kan således ikke dele quench-rør med andre scannere. Der er særlige sikkerhedskrav til, hvor røret må ende.

²² Philips planning guide: *Planning Reference Data. System Requirements. Ingenia 3.OT Omega HP Gradient December 2010 (Rev. 01)*

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



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



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

9 KONSTRUKTIONER

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

TJEBOKS

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

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

9.1 Konstruktion

Gulve skal konstrueres med henblik på at kunne bære meget tungt udstyr. Gulvkonstruktionen dimensioneres til en belastning på op til 12 ton. Det samme gælder for transportvej for scannere gennem bygningen, da det er vigtigt, at der er mulighed for at scanneren 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 scanner og scannermagnet. Se desuden tekniske specifikationer i bilag.

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

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

9.1.1 Radiotæt bur (Faraday-bur)

MR-scannere forstyrres af radiobølger, og en MR-scanner skal derfor installeres i et Faraday-bur, som er et "radiodødt" rum, der udelukker alle radiobølger, der måtte komme udefra²³.

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

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

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

Det kan være nødvendigt at afskærme scanneren med stålplader, der stopper magnetfeltet. Stålet kan dog ikke monteres direkte under scanneren, hvorfor det som oftest er nødvendigt at montere en stålplade i loftet af etagen under MR-scanneren 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. Stålbladers placering beregnes af scannerleverandøren. Behovet for afskærmning afhænger af magnetens styrke, rummets størrelse og metal i omgivelserne. Rummets dimensioner spiller ligeledes en rolle for afskærmning med metalplader. Et smalt rum stiller ekstra krav til stålafskærmning i vægge, gulv og loft. Minimum rumbredde er cirka 6 m.



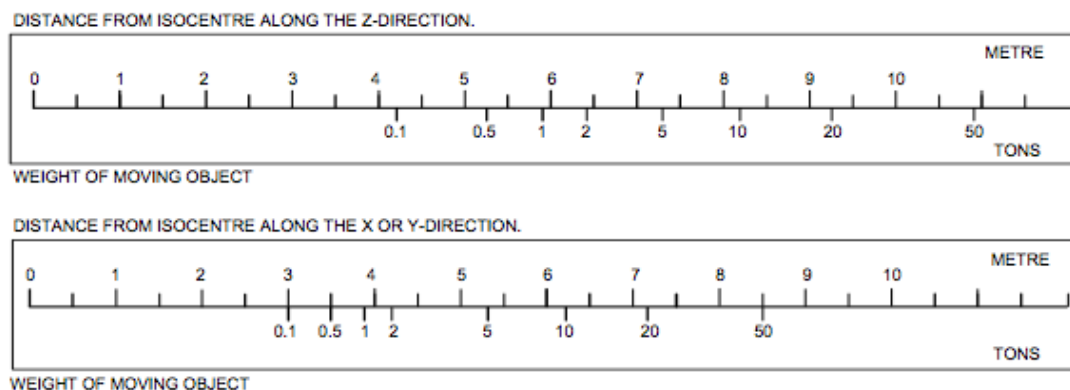
Figur 9: Foto af Faraday-bur ved placering i rårum.

9.1.2 Bevægeligt metal

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

²³ Philips planning guide: *Planning Reference Data. System Requirements. Ingenia 3.OT Omega HP Gradient December 2010 (Rev. 01)*

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



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

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 scannerrummet indrettes til brug for flere forskellige scannertyper. 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 hensigtsmæssig indretning er med til at sikre mulighed for hensigtsmæssige arbejdsforhold, effektive arbejdsgange samt at forebygge skader og nedslidning for personalet, samtidig øges sikkerheden for patienterne.

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

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

10.1 Adgangsforhold

Generelt

Det forudsættes, at der er niveaufrie færdselsforhold i afdelingen. Hvis dette ikke er muligt, skal der kompenseres med passende elevator²⁴.

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

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

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

Følgende dørbreder anbefales²⁵:

- 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

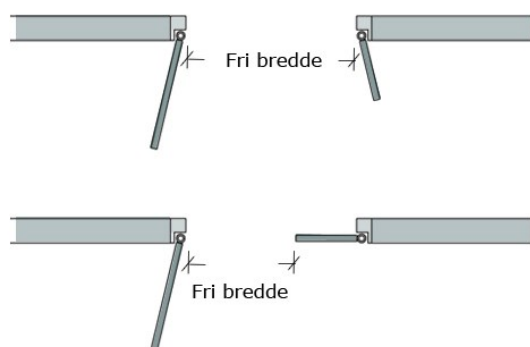
²⁴ Dansk Standard (2001) Tilgængelighed for alle

²⁵ Plambeck og Bøgedal (2012) Pladskrav og indretning til svært overvægtige.

Ved adgang for store og tunge patienter anbefales følgende²⁶:

- 12M dør: selvhjulpne gående
- 13M dør: gående med rollator
- 17M dør: sengetransport og kørestolsbruger med hjælper

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



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

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

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

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

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

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

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

²⁶ Plambeck og Bøgedal (2012) Pladskrav og indretning til svært overvægtige.

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

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

MR-scannerrum

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

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

Betjeningsrum

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

Beskriverrum

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

Teknikrum

Der skal være adgang med en 10M dør.

Forberedelsesrum

Da der skal være adgang med seng til rummet, anbefales en 15M dør. Der anbefales skydedør eller en to-fløjet dør, hvor den "gående" del har en fri passage på minimum 90 cm, så der er adgang for kørestolsbrugere.

Hvis der skal være adgang for bariatriske/intensive/meget plejekrævende patienter gennem forberedelsesrummet, anbefales en 17M dør.

Hvis der er direkte adgang til rummet via betjeningsrummet anbefales en 10M dør.

10.2 Dimensionering

Scannerrummet

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

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

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

- Rummets minimumsareal
- Scannerens placering i rummet i forhold til scannerens magnetfelt
- Placering og betjening af teknik

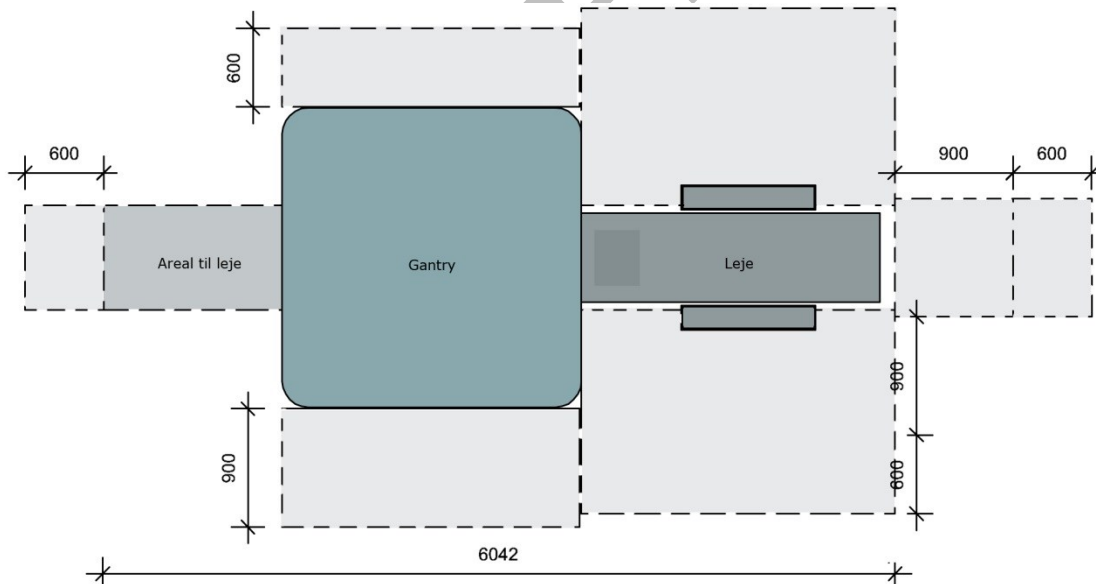
Arbejdsarealer ved scanner

Der skal dimensioneres med følgende:

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

Figur 11: Arbejdsarealer ved scanner

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



Figur 12: Illustration af arbejdsarealer omkring scanner og leje.

Betjeningsrum

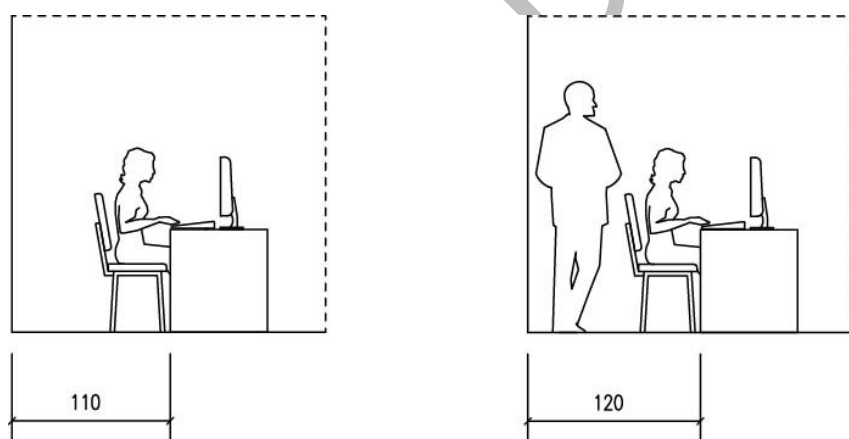
I betjeningsrummet foregår betjeningen af MR-scanneren under scanningen.

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

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

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

Der skal være en borddybde på minimum 70 cm + 120 cm fra bordkant til væggen til stol og passage²⁷.



Figur 13: Bag ved arbejdspladser skal der være plads til passage. Bag en siddende arbejdsplads skal der være 110 cm friplads. Hvis der skal passere personer bag den siddende arbejdsplads, skal der være 120 cm. friplads²⁸.

Patienten skal kunne observeres fra betjeningsrummet. Der skal derfor være rude mellem betjeningsrummet og scannerrummet. Ruder placeres således, patienter ikke kan se hinanden fra scannerrum til scannerrum. De områder man ikke kan se fra betjeningsrummet skal være dækket af patientovervågningskameraer. Skærmene til at se billederne fra kameraerne skal

²⁷ Arbejdstilsynet (2008) AT-vejledning A.1.15., Arbejdspladsens indretning og inventar
Arbejdstilsynet (2009) AT-vejledning D.2.3, Skærmarbejde

²⁸ Arbejdstilsynet (2008) AT-vejledning A.1.15, Arbejdspladsens indretning og inventar

monteres, så de er lette at se fra arbejdsstationen i betjeningsrummet. Der skal være samtaleanlæg, så betjeningspersonalet kan kommunikere med patienten under scanningen.

Der skal være opbevaringsplads til opslagsbøger m.v. Der skal være dagslystilgang til rummet²⁹, og rummet kan kunne mørklægges.



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

Beskriverplads/-rum

Umiddelbart i nærheden af MR-scanneren og betjeningsrum anbefales der at være et passende antal arbejdsstationer, hvor personalet kan se billeder, beskrive og dokumentere. Det anbefales at være så tæt på scannerrum og betjeningsrum, at man let kan få fat i personalet herfra, men alligevel afsides, så der er arbejdsro.

Borde skal være individuelt højdejusterbare med en borddybde på minimum 80 cm på grund af skærmenes størrelse. Der skal være en fri afstand på 120 cm fra forkanten af bord³⁰.

Der skal være dagslystilgang til rummet³¹, og rummet kan kunne mørklægges, da dagslys kan påvirke den diagnostiske kvalitet negativt.

²⁹ Arbejdstilsynet (2007) AT-vejledning A.1.11, Arbejdsrum på faste arbejdssteder

³⁰ Arbejdstilsynet (2008) AT-vejledning A.1.15, Arbejdspladsens indretning og inventar
Arbejdstilsynet (2009) AT-vejledning D.2.3, Skærmarbejde

³¹ Arbejdstilsynet (2007) AT-vejledning A.1.11, Arbejdsrum på faste arbejdssteder

Teknikrum

Teknikken til en MR-scanner placeres i et særskilt rum, da teknikken både støjer og afgiver meget varme. Rummet skal derfor isoleres i forhold til ikke at afgive generende støj til de omgivende rum, samt være udstyret med afkøling. Teknikrummet placeres umiddelbart i nærheden af scannerrummet, da kablerne fra scanneren til teknikken er i en fast længde. Tjek med leverandøren, hvilke længder kablerne leveres i.

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



Figur 16: Eksempel på teknikrum, Aarhus Universitetshospital.

Forberedelsesrum

I planlægningen af forberedelsesrummet skal der tages højde for, at rummet vil være præget af pladskrævende aktiviteter³². Det vil være mange forskellige typer patienter, der skal opholde sig i rummet. Mængden af udstyr og antallet af personaler er ligeledes definerende for rummets samlede areal.

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

³² Arbejdstilsynet (2004) AT-vejledning D.3.3, Forflytning, løft og anden manuel håndtering af personer

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

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

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

Figur 17: Arbejdsareal i forberedelsesrum.

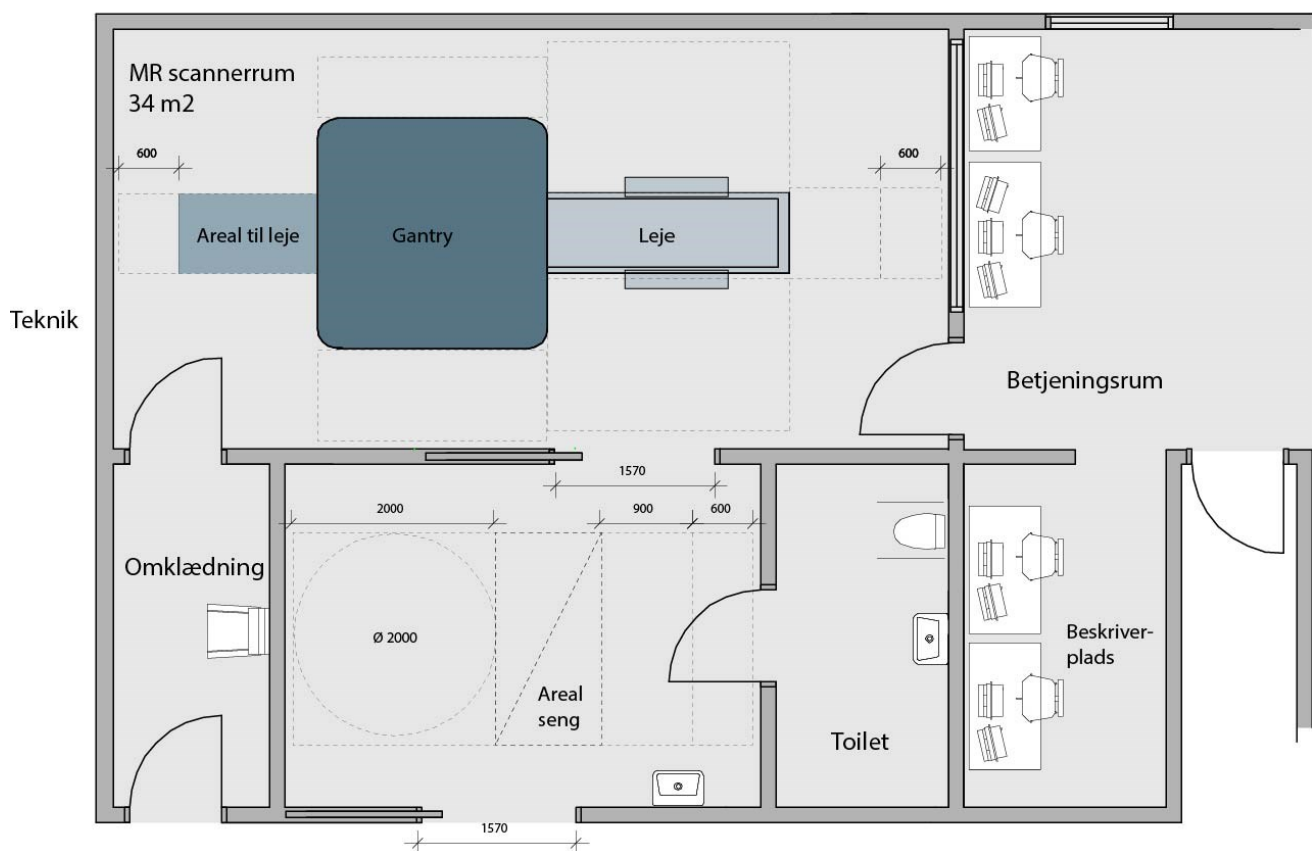
Omklædningsrum

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

Depotrum

Til ekstra udstyr, anæstesiudstyr, lejer og apparatur.

10.3 Eksempel

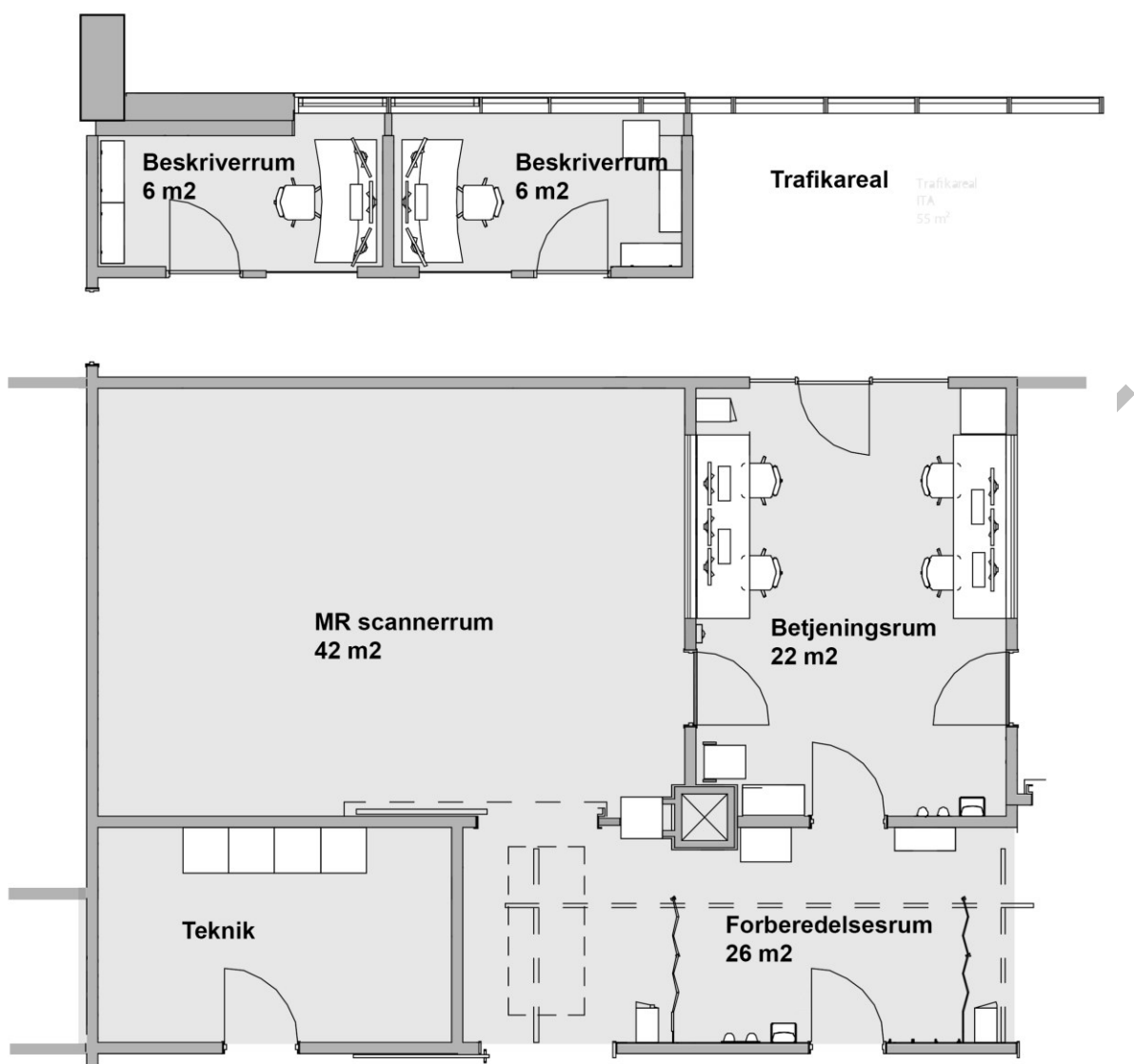


Figur 18: Eksempel på indretning af MR-scannerrum med tilhørende støttfunktioner. Scannerrummet er 34 m².

Scannerens størrelse kan variere, afhængigt af hvilken leverandør der er tale om. Ovenstående eksempel er skitseret ud fra dimensionerne på en af de største benyttede scannere. I forhold til fleksibiliteten kan det være en fordel at teknikrummet ligger bag gantryet, da pladskravene til teknikrummet kan variere afhængigt af scannerleverandørens anbefalinger.

I eksemplet er der lagt vægt på, at personalet har godt udsyn til scanner og leje fra betjeningsrummet, og at scannerrummet tilgodeser designguidens anbefalede arbejdsarealer. For at muliggøre effektive arbejdsgange kan personalet bevæge sig uafhængigt af aktiviteten i scannerrummet, 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 omlejrning af sengeliggende patienter.

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



Figur 19: Eksempel på indretning af MR-scannerrum på Regionshospitalet Gødstrup med tilhørende støttefunktioner. Scannerrummene er 'spejlet' om betjeningsrummet. Scannerrummet er 42 m².

11 INVENTAR/TJEKLISTE

11.1 Fast inventar

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

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

MR-scannerrum

- Kontrastsprøjte placeres på væg i samme ende som gantryet – gerne mulighed for at kunne forbinde patienten til sprøjten fra begge sider, da nogle patienter scannes 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 overvågning af de områder man ikke kan se fra betjeningsrummet. Typisk opsættes overvågning, så det er muligt at overvåge patienten fra begge sider af gantry. Dette afhænger af den præcise placering af scanner ift. indkig fra betjeningsrum
- Skabe/hylde til scannerudstyr (spoler/coils), linned mv. placeres i nærheden af lejet
- Bordplads til aflægning
- Ophæng til håndsprit
- Loftmonteret håndtag i rullesele, som patienten kan trække sig op fra lejet med. Skal placeres i loftet midt over lejet, når dette er i udgangsposition
- Oplysningsskærm (med bl.a. CPR-nummer) Dette opnås f.eks. ved enten:
 - at CPR-nummer er synligt på scannerskærme
 - at opstille en "slavemonitor", som gengiver skærmen fra betjeningsrummet
 - at vise CPR-nummer i LCD display ved ruden til betjeningsrummet

Betjeningsrum

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

- Ophæng til håndsprit
- Ur

Beskriverrum

- Arbejdsplads med plads til 2-4 skærme

Teknikrum

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

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

Forberedelsesrum

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

Omlædningsrum

- 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

Scannerrum

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

Betjeningsrum

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

Forberedelsesrum

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

IKKKE GÆLDENDE

12 BILAG 1 - TEKNISKE SPECIFIKATIONER

Kølekrav

Ventilation

	Scanner rum	Teknik rum	Kontrol rum
Temperatur	18-21 °C	15-24 °C	15-30 °C
Luftskifte	Min 6 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	70 kW (altid min 8 kW)
Flow	100-132 l/min
Vand temperatur	7-10 +/- 2 °C pr 10 min
Tryk tab	<1 bar
Ph	6.5-8
Filter	100 µm
Tryk	Max 6 bar
Hårdhed	< 200 ppm CaCO ₃

Byggeri

Indtransport

	Magnet mål	Anbefalet
Højde	2362 mm	2500 mm
Længde	2400 mm	
Bredde	2280 mm	2500 mm

Belastning

Magnet	Max 8000 kg
Kabine	Ca. 100 kg/m ²
Jernafskærmning	1000-2000 kg
Kabinetter i teknik rum	Samlet ca. 1500 kg

Støj

Scanner rum	Teknik rum
88.3-127 dB(A)	<= 80 dB(A)

EI

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

IKKE GÆLDENDE

13 KILDEMATERIALE

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

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

OM DESIGNGUIDEN

Referencer

Øvrigt materiale

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

TRIVSEL OG INDRETNING

Referencer

Øvrigt materiale

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

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

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

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

<http://www.bornholmshospital.dk>

<http://musicahumana.org>

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

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

BÆREDYGTIGHED

Referencer

Øvrigt materiale

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

Region Midtjylland (2016) *Lokal Agenda 21, Strategi og Handlingsplan 2016-2019*

Region Midtjylland (2015) *Retningslinjer for bæredygtigt byggeri*

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

SIKKERHED

Referencer

Siemens Planning Guide, *MAGNETOM MR. Planning Guide. System Planning Guide for MAGNETOM Skyra 3.OT. Draft 24/06/2010*.

Region Midtjylland (2014) *Gulvbelægning og arbejdsmiljø*

Stærkstrømsreglementet § 814.4.2.

Øvrigt materiale

Dansk Patientsikkerhedsdatabase, *Årsrapport 2010 – DPSD*

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

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

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

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

HYGIEJNE

Referencer

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

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

Øvrigt materiale

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

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

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

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

<http://www.arbejdsmiljoweb.dk>(28.02.2013)

INSTALLATIONER

Referencer

Øvrigt materiale

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

KONSTRUKTION OG FREMTIDSSIKRING

Referencer

Øvrigt materiale

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

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

INDEKLIMA

Referencer

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

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

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

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

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

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

Øvrigt materiale

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

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

Erhvervs- og Byggestyrelsen (2010) *Bygningsreglement BR10*

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

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

INSTALLATIONER

Referencer

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

PLADSKRAV & INDRETNING

Referencer

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

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

Øvrigt materiale

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

INVENTAR

Referencer

Ingen

Øvrigt materiale

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

IKKE GÆLDENDE