

**Analyse af arealstandarder for sygehusbyggeri – Danske Regioner  
Delrapport teknikarealer - Analyse af arealstandarder for tekniske anlæg,  
Udarbejdet af Søren Jensen, rådgivende ingeniører  
(bilag til rapport dateret 18. 09. 2008, Arkitektfirmaet C. F. Møller)**

Indledning

Kravene til de tekniske installationer på både de eksisterende og nye hospitalsbygninger er øget betydeligt i de senere år og denne udvikling ser ud til at fortsætte.

De danske hospitaler er i dag højteknologiske virksomheder, hvor nye teknologier og behandlingsformer løbende udvikles og implementeres, hvilket stiller krav til at hospitalernes tekniske anlæg kan understøtte denne udvikling. Desuden efterspørges også et større behov for omstillingsparathed således at bygningsmassen løbende kan tilpasses de aktuelle behandlingsbehov og -metoder.

Det omgivende samfund stiller desuden løbende øgede krav til bygningerne i form af blandt andet krav til miljø- og økonomisk bæredygtighed.

På det overordnede, planlægningsmæssige niveau betyder ovenstående generelt øgede krav til fleksibilitet og fremtidssikring af hospitalernes tekniske og medico-tekniske anlæg.

På det lavere, tekniske løsningsniveau imødekommes ovenstående generelle krav ved at vælge løsninger som er robuste og tilgængelige således at de løbende kan udvides og tilpasses.

Robustheden og tilgængeligheden er ligeledes med til at sikre at service og vedligehold kan foretages under den daglige drift uden gener for hospitalets drift og under hensyntagen til de arbejdsmiljømæssige forhold for det tekniske personale.

Arealmæssigt betyder udvidelsesmulighed et øget pladskrav, mens tilgængeligheden primært øger betydningen af placeringen af de tekniske anlæg og deres primære føringer, såvel horisontale som vertikale, indarbejdes så tidligt som muligt i planlægningsarbejdet.

Ser man på erfaringerne fra nye hospitalsbyggerier i vores nabolande ses der en tendens til at der indarbejdes nye former for interne logistik systemer så som linned- og/eller affaldssug. Disse indarbejdes for at øge effektiviteten i den interne logistik, men de stiller betydelige pladskrav.

Et nyt fokusområde for planlægningen af de tekniske arealer og efterfølgende tekniske løsninger er totaløkonomiske betragtninger for det løbende behov for at ombygge og modernisere hospitalernes bygninger.

Totaløkonomisk er der et betydeligt rationale i at indtænke ikke blot de fremtidige direkte omkostninger ved disse byggearbejder, men også de afledte udgifter i form af driftsforstyrrelser både i de direkte berørte kliniske funktioner og i de omkringliggende funktioner. Dette totaløkonomiske rationale har samme eller større potentiale end drifts- og servicemæssige rationale ved planlægningen af de tekniske anlæg.

Tages der højde for ovenstående totaløkonomiske rationale øges betydningen af udformningen og indplaceringen af de tekniske anlæg i planlægningen og indretningen af de enkelte kliniske funktioner.

Formål

På grundlag af funktionsplanlægningen fastlægges bruttoarealer til de enkelte kliniske enheder normalvis på grundlag af nettofunktionsarealer for primære rum multipliceret med en netto/brutto-faktor. I denne faktor indgår arealer på de

enkelte etager og afdelinger til bl.a. intern logistik, bygningsdele, konstruktioner, teknik og udstyr.

I nærværende notat opstilles der overordnede nøgletal for nødvendige arealer til traditionelle tekniske på grundlag af dels erfaringstal fra en række danske hospitaler og dels ud fra gældende danske og internationale normer. I bilag A er der opgivet retningsgivende nøgletal for arealer til de tekniske anlæg og udstyr ved forskellige anvendelseskategorier. Arealerne dækker rumarealer for teknik og lodrette skakte til distribution.

Skemaet i bilag A er opdelt lodret efter hospitalsfunktion, mens det vandret er opdelt efter teknisk system (ventilation, vvs/el, logistik, medico-teknik) og på hvilket niveau teknikken er placeret i det hierarki der beskrives i næste afsnit.

På basis af skemaet i bilag A angives et interval for netto/brutto-faktoren for de tekniske arealer. Værdien er ikke et projekteringsværktøj, men et planlægningsværktøj. Det faktisk nødvendige tekniske areal til et givet projekt vil afhænge af en lang række lokale forhold.

Skemaets konklusioner sammenlignes med de faktiske data fra flere realiserede nyere storhospitaler i udlandet for at drage konklusioner og vurdere tallenes robusthed.

#### Teknikarealer

De tekniske arealer på et hospital vil typisk være disponeret på nedennævnte niveauer:

1. Hospitalsniveau (Primære forsyninger og distribution)
2. Afsnitsniveau (Sekundære forsyninger og centraler)
3. Bygningsniveau (Ventilation, centraler og hovedfordelingsanlæg)
4. Etageniveau (Tavler, procesanlæg, skakte og fordelingsanlæg)

Niveauerne er angivet på nedenstående diagram.



*Hospitalsniveau: Primære forsyningsenheder og primære distributionsanlæg*

For hospitalet skal der etableres en række centrale tekniske anlæg til forsyning af hele hospitalet.

Disse primære forsyningsenheder kan være:

- Centralt nødstrømsanlæg
- Centralt varmeanlæg og køleanlæg
- Centralt rørpost-anlæg
- Centralt affalds- og linned sug
- Tekniske støttefunktioner

De nødvendige teknikarealer vil være afhængige af de lokale forsyningsforhold, ønske om forsyningsikkerhed og valget af systemer for de interne forsyninger. Såfremt der indføres centrale transportanlæg i form af centralt sugelanlæg for affald og urent linned, rørpostanlæg, mv. skal der afsættes arealer til centraler for bl.a. sortering og opbevaring affald og linned.

Der er stor variation i de nødvendige teknikarealer på hospitalsniveau, fra projekt til projekt, da disse arealer er meget afhængige af hospitalets lokalitet og valg af primære forsynings- og logistiksystemer og bør derfor nærmere vurderes i hver enkelt projekt såfremt der ønskes større sikkerhed i bestemmelsen af teknikarealerne på hospitalsniveau.

De primære distributionsanlæg fra de centrale anlæg frem til de enkelte bygningsafsnit vil oftest foretages ved indplaceringer af ledningsanlæggene i enten terræn eller i tunnelforbindelser der samtidigt anvendes til transportveje for den interne logistik.

Der vil således ikke skulle afsættes teknikarealer til primære distributionsanlæg.

*Afsnitsniveau: Sekundære forsyningsenheder*

For et antal bygningsafsnit, dvs. grupper af mindre bygninger eller dele af større bygningskomplekser, vil der, alt afhængig af hospitalets størrelse, typisk skulle etableres sekundære forsyningsenheder til forsyning af disse individuelle dele af hospitalet.

Disse sekundære forsyningsenheder kan være:

- Transformieranlæg med tilhørende reservegenerator
- Centraler for hhv. produktion af medicinsk trykluft og vakuum
- Centraler for specialgasser under tryk
- Centraler for sprinkleranlæg med lovbefalet reserve kapaciteter

I disse arealer indgår produktionsenheder for produktion af bl.a. varme og damp, samt evt. egne vandboringer.

Afhængigt af valg af systemer vil en eller flere af de ovenstående forsyningsenheder kunne placeres på bygningsniveau også.

*Bygningsniveau: Teknikarealer fælles for flere etager*

For en bygning vil der typisk skulle etableres teknikarealer som er fælles for flere etager eller i tilfælde af store bygningskomplekser flere afdelinger på samme etage.

I disse teknikarealer indplaceres typisk:

- Ventilationsanlæg
- Hovedfordelingsanlæg for distribution af vand, varme, el, data m.fl.
- Evt. Centraler for hhv. produktion af medicinsk trykluft og vakuum
- Evt. Centraler for specialgasser under tryk
- Evt. Centraler for sprinkleranlæg med lovbefalet reserve kapaciteter

*Etageniveau: Teknikarealer på de enkelte etager/afdelinger*

På den enkelte etage, eller i store bygningskomplekser den enkelte afdeling, vil der skulle etableres teknikarealer til lodrette føringer, typisk i skakte, og fordelingsanlæg til de enkelte rum. Desuden kan der også være tale om lokale tekniske anlæg til forbrugsanlæg, særlige processer, mv.

Således placeres i de tekniske arealer på etageniveau typisk følgende:

- Lodrette føringer
- Decentrale fordelingsanlæg for distribution af vand, varme, el, data m.fl.
- Procesanlæg

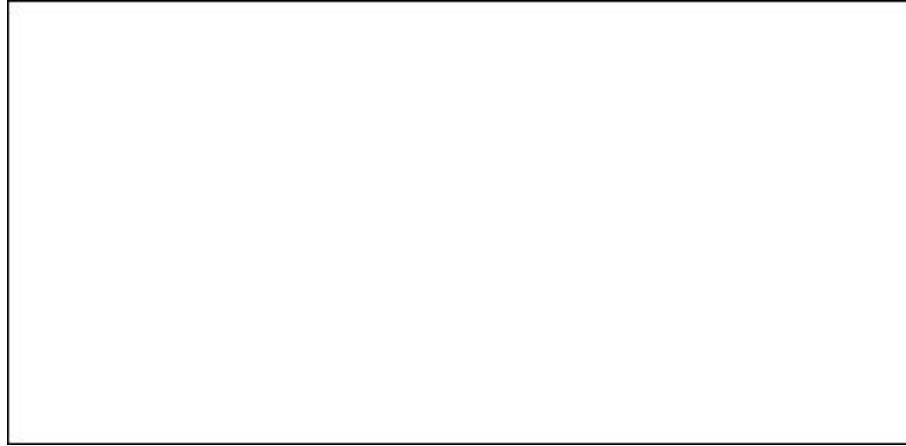
Placering af teknikarealer

Der findes en række forskellige principper for placeringen af de tekniske arealer i bygningerne. Det gælder teknik for afsnits-, bygnings- og etageniveau der alle placeres i bygninger med funktionsformål.

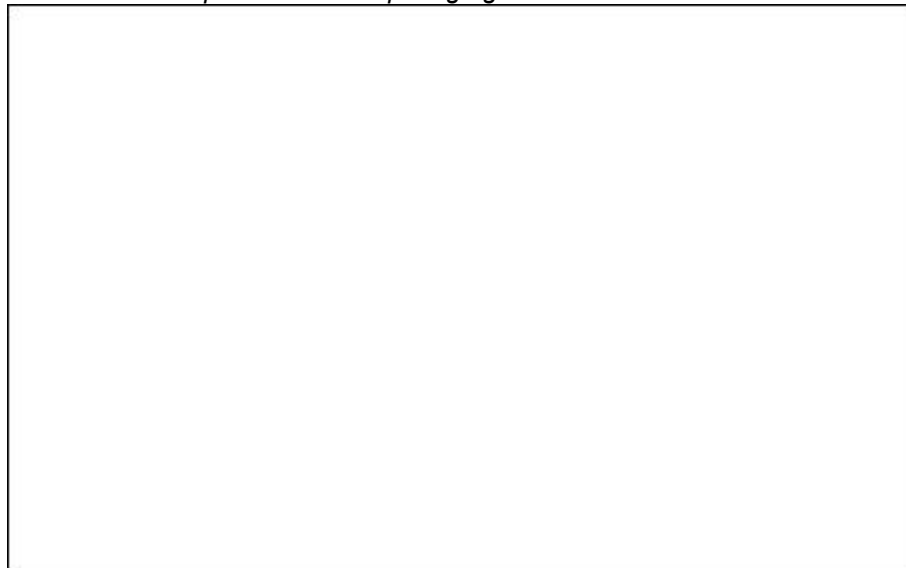
Fire modeller er vist nedenfor. Fælles for de fire er det at det samlede teknik areal er varierende med den valgte model, hvilket intervallerne for netto/brutto-faktoren i bilag blandt andet er et udtryk for.

Foruden ændrede arealkrav har valget af model også indvirkning på byggeriets økonomi, æstetik og tekniske muligheder. Nogen modeller er mere velegnede til udvidelse og vedligehold end andre. Desuden er der store forskelle i modellernes distributionssystemer for de tekniske systemer. Dette har blandt andet indflydelse på tilgængelighed og driftsrationalitet.

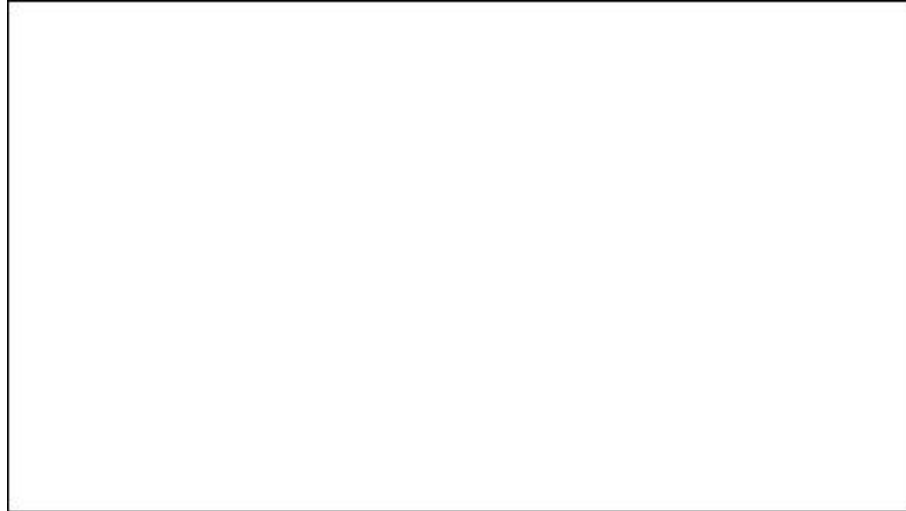
*Model A: Teknik placeret i kælder*



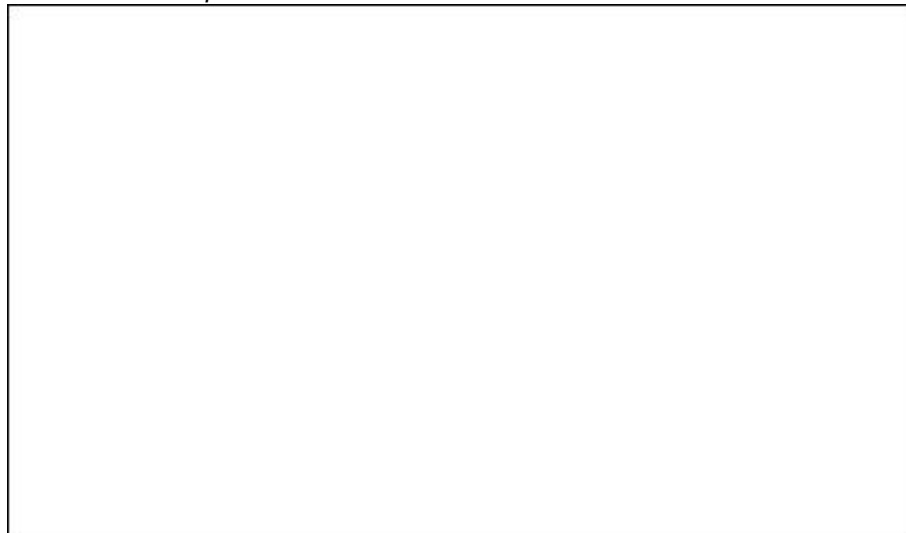
*Model B: Teknik placeret delvist på tag og delvist i kælder*



*Model C: Teknik placeret på en eller flere indskudte tekniketager*



*Model D: Teknik placeret i lodret kerne*



Historisk og fremtidig udviklinger i arealbehov

Som beskrevet i indledningen øges kravene til de tekniske anlæg og tilhørende teknikarealer løbende.

Det øgede behov for tekniske arealer er vanskeligt at spore i den netto/brutto-faktor som anvendes ved planlægningsarbejdet. Dette skyldes at der parallelt med det øgede behov for teknikarealer også er øgede pladsbehov i de primære rum, hvilket resulterer i et øget nettoareal og dermed øgede teknikarealer ved bibeholdelsen af den samme netto/brutto-faktor.

Fremadrettet, grundet den øgede udviklingshastighed indenfor de tekniske fag, vil det være hensigtsmæssigt at programsætte de nødvendige teknikarealer minus skaktarealerne. Dette vil sikre en større grad af sikkerhed i planlægningsarbejdet.

Bibeholdes den eksisterende netto/brutto-faktor vurderes det ud fra erfaring og nedenstående observerede tendenser at teknikarealernes bidrag til netto/brutto-faktoren vil øges med tid. Væksten er svær at anslå, men der henvises til notatets konklusion.

Ses der tilbage på udviklingen de sidste 10-15 år kan oplistes følgende eksempler der alle har haft indflydelse på forøgelse af behovet til teknikarealer:

1. Energooptimering af tekniske anlæg, herunder bl.a.
  - a. Krav til minimering af el-forbruget til transport af ventilationsluften, hvilket medfører større kanaler og anlæg
  - b. Kravet til differentieret anlægsopbygninger af ventilationsanlæg således behovet for ventilering tilpasses afdelingens brugsmønstre
2. Kravet til optimering af forholdene til drift og vedligeholdelse af de tekniske anlæg, herunder bl.a.
  - a. Større centralisering af af vedligeholdelseskrævende komponenter (zoneflader, filtre, spjæld, mv.)
  - b. Krav til arbejdsmiljø ved servicering af anlæg
3. Implementeringen af medikoteknisk og IT-udstyr har medvirket til en yderligere varmebelastning af de enkelte rum. Denne belastning søges ofte fjernet ved en forøgelse af ventilationsanlæggenes kapaciteter. Desuden stilles der fra leverandørerne krav til det termiske indeklima (temperatur og fugtighed), hvilket medfører kravet en større differentiering i ventilationsanlæggenes opbygning og funktion.
4. I de seneste udgaver af Bygningsreglementet stilles der større krav til de enkelte bygningsdeles isoleringsevner. Dette har bl.a. medført en forøgelse af tykkelsen på bygningens facader og sekundært en forøgelse af kølebehovet i rum med varmeoverskud
5. Skærpede krav til el-tekniske anlæg i behandlingsområder, hvilket bl.a. har medført større el-tavler, etablering af skilletransformere, back-up batteri-anlæg, mv.
6. Nye sygdomme så som SARS og HIV har sammen med et fokus på patientsmitte øget kravene til hygiejnen på hospitalerne. Dette har medført øgede krav til de tekniske anlæg, hvilket i nogen grad har medført et øget arealbehov.

Fremadrettet vil ændrede krav og løbende innovation indenfor behandling og byggeri vedblive med at ændre behovene for teknikarealer. Nedenfor er oplyst en række overskrifter for emner der forventes at drive det fortsat øgede behov for teknikarealer:

1. Ser man på nyere udenlandske hospitalsbyggerier ser man et fokus på en effektivisering af den interne logistik. Dette være sig i form af centrale sugelanlæg for affald og urent linned, rør/skinne-postanlæg og robotstyrede transportenheder, såkaldte AGV'er. Disse anlæg stiller krav om betydelige arealer til deres centraler og lodrette føringer.

Disse arealer er afsat i skemaet i bilag A da det anses for realistisk at et eller flere af disse logistiksystemer implementeres i nye, større danske hospitalsbyggerier.

2. Hygiejne forventes i en længere årrække fortsat at være i fokus. Dette vil blandt andet betyde nye/større typer komponenter og øget behov for tilgængelig til de tekniske anlæg og deres føringer for at disse kan blive bedre rengjort.
3. Som beskrevet i indledningen betyder øgede krav om fremtidssikring og fleksibilitet at der stilles pladskrav for udvidelsesmuligheder og redundans i de tekniske anlæg, samt øget tilgængelighed til anlæggende så de løbende

kan serviceres og driftsmæssigt optimeres.

4. For at fortsat øge patientsikkerheden forudses et øget behov for udstyr som kan være med til at give denne sikkerhed. Dette udstyr er i sig selv pladskrævende, men har også afledte behov for tekniske anlæg til blandt andet forsyning og køling af disse maskiner.
5. Samfundsmæssige krav om CO<sub>2</sub>-neutralt/bæredygtigt byggeri, hvilket kan betyde øget energiproduktion i selve byggeriet, hvilket må anslås at øge pladskravene til tekniske arealer.

## Konklusion

I bilag A er der på baggrund af gennemførte projekter i Danmark udarbejdet en detaljeret liste over teknikarealer der bør afsættes i planlægningsarbejdet.

Skemaet er baseret på realiserede projekter og reflekterer dermed "gængs" praksis indenfor sygehus projektering. De fundne arealer indeholder dermed ikke arealer til at leve op til de nuværende, øgede krav til fremtidssikring og fleksibilitet. For at kunne give retningslinjer for hospitalsbyggerier der kan leve op til disse krav er der foretaget følgende: (i) arealer til nye interne logistiksystemer er afsat, og (ii) det anbefales at en faktor på mellem 1,2 og 1,4 multipliceres på de fundne værdier. Denne faktor dækker det arealbehov som det vurderes nødvendigt at afsætte for at kunne dække et sandsynligt udvidelses- og fleksibilitetsbehov for de tekniske anlæg under bygningernes levetid.

Det resulterende interval for netto/brutto-faktoren bliver dermed ca. 25-35 m<sup>2</sup> teknikareal pr. 100m<sup>2</sup> nettoareal..

Den realiserede netto/brutto-faktor for tekniske arealer på store, nye sygehus-projekter i Norge og Tyskland ligger i intervallet 35-45 m<sup>2</sup> teknikareal pr. 100 m<sup>2</sup> nettoareal. De ligger således i den høje ende af det ovenfor fundne interval. Dette skyldes primært at der er tradition i udlandet for betydeligt større arealforbrug til de tekniske anlæg, men også at arealer som den planmæssige disponeringen har gjort svært anvendelige til funktionsformål ofte bliver klassificeret som tekniske arealer uden at der er et egentligt behov for disse såkaldt tekniske arealer. Dette gælder også underjordiske gangsystemer som anvendes både til teknisk distribution og logistik. Fratrækkes sådanne arealer f.eks. fra Nye Ahus projektet i Oslo er netto/brutto-faktoren for de tekniske arealer ca. 37 m<sup>2</sup> teknikareal pr. 100 m<sup>2</sup> nettoareal.

På baggrund af sammenligningen med de udenlandske projekter konkluderes det at det beregnede interval på 25-35 m<sup>2</sup> teknikareal pr. 100 m<sup>2</sup> nettoareal er rimeligt, og det vurderes at middeltallet

- 30 m<sup>2</sup> teknikareal pr. 100 m<sup>2</sup> nettoareal (som minimum) bør anvendes som retningsgivende standard for teknikarealerne i en overordnet planlægning (projektets tidlige fase).



## Danske Regioner

**Bilag A**

24.08.2

### Areal-standarder for teknikarealer

008

#### Teknikarealer pr. 100 m<sup>2</sup> nettoareal (funktionsareal)

**Samlet**

											areal%	Vægtet værdi	
	Etageniveau		Bygn.-niveau		Afsnits-niveau		Hosp.-niveau		Samlet			Min.	Max.
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min.	Max.	Min.	Max.			
Sengeafdeling o.l.	3,2	4,0	6,9	9,5	3,0	4,7	1,5	2,0	14,6	20,2	22%	3,2	4,4
									-	-		-	-
Op-afdeling o.l.	8,3	10,8	23,9	30,8	3,0	4,7	2,0	2,5	37,2	48,8	5%	1,9	2,4
									-	-		-	-
Amb./us o.l.	4,6	5,8	7,1	9,8	3,0	4,7	2,0	2,5	16,7	22,8	15%	2,5	3,4
									-	-		-	-
Billeddiag. o.l.	9,5	13,0	22,4	29,3	3,0	4,7	1,7	2,2	36,6	49,2	6%	2,2	3,0
									-	-		-	-
Kontorer o.l.	1,7	3,2	4,2	6,2	1,8	2,9	1,0	1,3	8,7	13,6	32%	2,8	4,4
									-	-		-	-
Laboratorier o.l.	6,7	8,7	27,9	35,8	3,0	4,7	2,0	2,5	39,6	51,7	15%	5,9	7,8
									-	-		-	-
Intensiv o.l.	6,0	7,2	13,4	22,8	3,0	4,7	2,0	2,5	24,4	37,2	5%	1,2	1,9
Hele sygehuset											100%	19,7	27,2

Tillæg for fremtidssikring og fleksibilitet ca. 30 % Fremadrettet forslag til teknikareal pr. 100 m <sup>2</sup> nettoareal	5,9	8,2
	25,6	35,4

**Teknikarealer pr. 100 m2 nettoareal****Etageniveau**

	Etageniveau									
	Ventilation		VVS, EL, mv		Logistikanlæg		Medicoteknik		Samlet	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Sengeafdeling:	0,6	0,8	1,3	1,5	1,3	1,7	0	0	3,2	4,0
Op-afdeling	1,2	2,0	2,5	3,0	1,3	1,7	3,3	4,1	8,3	10,8
Amb./us	0,4	0,6	1,2	1,5	1,3	1,7	1,7	2	4,6	5,8
Billeddiag.	1,2	2,0	2,0	3,0	1,3	1,7	5,0	6,3	9,5	13,0
Kontorer	0,2	0,3	1,0	1,2	0,5	1,7	0	0	1,7	3,2
Laboratorier	1,7	2,0	2,0	3,0	1,3	1,7	1,7	2,0	6,7	8,7
Intensiv	0,8	1,0	2,2	2,5	1,3	1,7	1,7	2,0	6,0	7,2

**Teknikarealer pr. 100 m2 nettoareal****Bygningsniveau**

	Bygningsniveau									
	Ventilation		VVS, EL, mv		Logistikanlæg		Medicoteknik		Samlet	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Sengeafdeling:	3,5	4,5	1,5	2,5	1,9	2,5	0	0	6,9	9,5
										0
Op-afdeling	16,0	20,0	5,5	7,5	1,9	2,5	0,5	0,8	23,9	30,8
										0
Amb./us	3,2	4,0	1,5	2,5	1,9	2,5	0,5	0,8	7,1	9,8
										0
Billeddiag.	14	18	6,0	8,0	1,9	2,5	0,5	0,8	22,4	29,3
										0
Kontorer	1,8	2,5	1,5	2,5	0,9	1,2	0	0	4,2	6,2
										0
Laboratorier	20,0	25,0	5,5	7,5	1,9	2,5	0,5	0,8	27,9	35,8
										0
Intensiv	6,0	12,0	5,0	7,5	1,9	2,5	0,5	0,8	13,4	22,8

**Teknikarealer pr. 100 m2 nettoareal****Afsnitsniveau**

	Afsnitsniveau	Samlet
--	---------------	--------

	VVS, EL, mv		Logistikanlæg			
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Sengeafdeling:	2,5	4,0	0,5	0,7	<b>3,0</b>	<b>4,7</b>
Op-afdeling	2,5	4,0	0,5	0,7	<b>3,0</b>	<b>4,7</b>
Amb./us	2,5	4,0	0,5	0,7	<b>3,0</b>	<b>4,7</b>
Billeddiag.	2,5	4,0	0,5	0,7	<b>3,0</b>	<b>4,7</b>
Kontorer	1,5	2,5	0,3	0,4	<b>1,8</b>	<b>2,9</b>
Laboratorier	2,5	4,0	0,5	0,7	<b>3,0</b>	<b>4,7</b>
Intensiv	2,5	4,0	0,5	0,7	<b>3,0</b>	<b>4,7</b>

**Teknikarealer pr. 100 m2 nettoareal**

**Hospitalsniveau**

	Hospitalsniveau					
	VVS, EL, mv		Logistikanlæg		Samlet	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Sengeafdeling:	1	1,3	0,5	0,7	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>
Op-afdeling	1,5	1,8	0,5	0,7	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>
Amb./us	1,5	1,8	0,5	0,7	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>
Billeddiag.	1,2	1,5	0,5	0,7	<b>1,7</b>	<b>2,2</b>
Kontorer	0,5	0,6	0,5	0,7	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>
Laboratorier	1,5	1,8	0,5	0,7	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>
Intensiv	1,5	1,8	0,5	0,7	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>