SINTEF Teknologi og samfunn
Postadresse:
Postboks 124 Blindern
0314 Oslo

Sentralbord: 73593000
Telefaks: 22067909

ts@sintef.no
www.sintef.no
Foretaksregister:
NO 948007029 MVA

Notat

Energieffektive måter å oppnå funksjonskrav for sykehus

Arbeidsseminar for prosjektet Lavenergisykehus, SINTEF 25. mai 2012

SAKSBEHANDLER / FORFATTER
Tarald Rohde

BEHANDLING	UTTALELSE	ORIENTERING	ETTER AVTALE

GÅR TIL
Deltagerne og bidragsyterne på arbeidsseminaret 25. mai, se B Vedlegg

PROSJEKTNR / SAK NR	DATO	GRADERING
3B047702	2012-11-01	Åpen

Dette notatet inneholder prosjektinformasjon og foreløpige resultater som underlag for endelig prosjektrapport.
SINTEF hefter ikke for innholdet, og tar forbehold mot gjengivelse.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning 3

2 En gjennomgang av de nye store sykehusprosjektene 3

2.1 Hvordan stemmer faktisk bruk med programmerte krav og forutsetninger? Erfaringer fra Rikshospitalet, Thomas Magnusson, leder for virksomhetsområde Teknisk, Oslo universitetssykehus 3

2.2 Hvordan stemmer faktisk bruk med programmerte krav og forutsetninger? Erfaringer fra St. Olavs hospital, Morten Uv, seksjonsleder St. Olavs Hospital 5

2.3 Diskusjon 6

3 Muligheter for energioptimale tekniske løsninger 8

3.1 Lysmiljø, Janne Grindheim, Norconsult 8

3.1.1 Diskusjon etter innledning om lysmiljø 9

3.2 Løsninger for ventilasjon, Bjørn Mordal, Norconsult 10

3.2.1 Diskusjon ventilasjon 11

3.3 Diskusjon tekniske løsninger generelt 12

4 Klinisk virksomhet og energiøkonomisering 13

4.1 Framtidas operasjonsstuer, Jan Gunnar Skogås, leder Framtidas operasjonsstuer St. Olavs Hospital 13

4.1.1 Diskusjon, framtidas operasjonsstuer 15

4.2 Arbeidsmiljø og energi, Jan Vilhelm Bakke, overlege Arbeidstilsynet 15

4.2.1 Diskusjon arbeidsmiljø 16

4.3 Luft, smitte og ventilasjon, Egil Lingaas, overlege Avdeling for smittevern, OUS 17

4.3.1 Diskusjon, luft, smitte, ventilasjon 19

5 Sluttdiskusjon 20

Innledernes plansjer følger fra side 26 og utover

1 Innledning

25. mai ble det holdt et arbeidsseminar i lokalene til SINTEF i Oslo som en del av forskningsprosjektet Lavenergisykehus[1]. Prosjektets mål er å vise hvordan energibruken i norske sykehus kan halveres. En av hypotesene som skal testes er at en slik reduksjon ikke bare oppnås med bedre bygg og renere energi. Et sykehus er ikke et homogent bygg. Det har funksjoner som varierer fra vanlige kontor og boområder til kompliserte områder som krever spesiell temperatur, fuktighet, trykkforskjeller og mange luftskift.

Arbeidsseminaret ble arrangert for å samle kompetanse som kunne drøfte dette både i bredden og i dybden. I vedlegg B ser man dagsorden for seminaret. Det var delt i tre hoveddeler.

I den første delen ble situasjonen for de nye store sykehusbyggene i Norge tatt opp. Hvordan stemte programmet de ble bygget etter med den faktiske bruken, og hva oppfattes som problematisk i dag når målet er god, funksjonell og energiøkonomisk drift.

I den andre delen diskuteres hva som kan og bør gjøres på den tekniske siden når det gjelder lysmiljø og ventilasjon.

Siste delen tar opp arbeidsmiljøet og de funksjonelle kravene man har til et sykehus i drift, og drøfter hvordan man best kan oppnå kravene.

I vedlegg C finner man plansjene som innlederne benyttet. I teksten som følger vil noen av synspunktene være linket til plansjer ved at det er anført hvilket nummer av plansjene som ble benyttet i innledningen det vises til.

2 En gjennomgang av de nye store sykehusprosjektene

2.1 Hvordan stemmer faktisk bruk med programmerte krav og forutsetninger?

Erfaringer fra Rikshospitalet, Thomas Magnusson, leder for virksomhetsområde Teknisk, Oslo universitetssykehus

Leder for virksomhetsområde Teknisk, Oslo sykehusservice, Oslo universitetssykehus HF (OUS) viste hva som ble bygd og hva som er skjedd siden hovedinnflyttingen i 2000.

Sykehuset inkludert sykehotellet er om lag 200 000 m2 og kostet 6 mrd. inklusive utstyr da all innflytting var ferdig i 2001. Det hadde som mål å være et fleksibelt sykehus med mye dagslys, men de tekniske løsningene var ikke en del av det fleksible konseptet. Det var mer rettet mot den kliniske driften. Imidlertid ble det bygget tekniske mellometasjer i de tekniske krevende områdene for operasjon og radiologi. Det burde det også vært i en del av laboratoriebygget. Føringsveiene er ganske lange. Det er 540 meter fra fyrhuset til nederste del av bygget.

I 2009 brukte de 75 GWH, noe som tilsvarte 385 kWh/m2 og han mente det var representativt også for dagens forbruk. I sykehuset er det områder som bruker 150 kWh/m2, mens andre bruker 750 kWh/m2. Denne delen av OUS betaler 60 millioner for energi. OUS har ca. 1 million m2 areal og bruker i gjennomsnitt ca. 300 kWh/m2 og man har et samlet energibudsjett på 251 millioner kroner. Rikshospitalet har derfor 1/5 av arealet, men bruker noe mer energi, relativt sett i forhold til OUS samlet.

Når forbruket skal sammenlignes med andre sykehus er det en del faktorer det må korrigeres for. For det første kan det være misvisende å måle energibruken i glassgata i forhold til m2. Den er 15 meter høy slik at energi per m3 hadde kanskje vært en rimeligere måte å måle på. Han stilte også spørsmål ved om for eksempel snøsmelteanlegget skulle inngå i energiforbruket når forbruket per m2 ble beregnet.

[1] Dette er et fireårig innovasjonsprosjekt (2dre kvartal2010- 2dre kvartal 2014), støttet av Norges forskningsråd. Deltagere fra helsesektor, næringsliv og forskning skal gjennomgå de spesielle kravene som gjør sykehus så energiintensive og se på nye løsninger. Forslag til nye design for sykehusbygninger og tekniske installasjoner blir validert med energisimuleringer av et modellsykehus. Prosjektet ledes av Norconsult. SINTEF bidrar med forskningskompetanse.

Dessuten er det en rekke av funksjonene ved RH som leverer tjenester til andre enheter som har sine m2, men betaler energien ved å betale for RH sine tjenester. Det gjelder spesielt sterilsentral, kjøkken og apotek.

Han la også vekt på at RH var veldig utstyrstungt. Energiforbruket kan ikke sammenlignes med et enklere sykehus. Den viktigste endringen som hadde skjedd siden innflyttingen ble avsluttet i 2001 var en kraftig aktivitetsøkning i de bygde arealene. Det ble en mer intens drift som da medførte mer energibruk. I 2004 gjennomførte de et energispareprogram samen med Enova. Målet var å spare 13,9 GWH. Reelt ble det spart bare 4,5 GWH, men man fikk aksept for at målet var nådd fordi man samtidig kunne dokumentere en kraftig produksjonsøkning. Dagkirurgisk virksomhet økte, åpningstidene ble utvidet og man påtok seg produksjon for andre som beskrevet foran.

RH ble planlagt med 20 % reservekapasitet når det gjaldt tekniske leveranser. Han mente at man spesielt hadde problem med kjøling. I dag går det maksimalt ut 5 – 7 MW kjøling i sommerperioden, inkl. komfortkjøling. Grunnbelastning for "prosesskjøling" er ca. 1,2 MW. Veldig mye av dette ble spist opp av de utvidelsene som ble vedtatt og bygd som en del av selve byggeprosessen. Prosjektet var delt opp i 300 delentrepriser og det var to departementer inne i styringen. Det var ikke alltid man klarte å følge godt nok med på at jobben ble riktig utført. Byggforsk sin fotografering av vinduer for å vise kuldebroer er et eksempel på det.

Etter noen år ble UiO v/Preklinisk Institutt tilknyttet fjernvarme, noe som lettet noe av presset på systemene for Rikshospitalet, da man var forpliktet fra oppstart i år 2000 å levere ca 7 GWH til UiO.

Etter innflytting er det disse endringene som har satt eksisterende kapasiteter på prøve.

- Det er bygd et PET senter i nord med et positron og en skanner.
- Postoperativ seksjon og intensiven har måttet bygges om for å kunne ta i mot flere pasienter.
- Prosjektet hadde først ett sentralt datarom som ble utvidet med sivilforsvarets beredskapsrom. Deretter ble det etablert et nytt sentralt datarom i tillegg. I dag er kapasiteten på dette området fullt utnyttet. RH forsyner nå også Ullevål med datakraft.
- Det er kommet mer utstyr inn i mange rom.
- Noen sengerom blir teknisk oppgradert til å ta det som kalles intermediær pasienter.
- I noen rom har man måttet sette inn mobile kjøleaggregater fordi det sentrale systemet ikke har kapasitet.
- Nytt utstyr kan med samme funksjon som tidligere kanskje kreve mindre energi, men så er de kvalitativt bedre med for eksempel bedre oppløsning på skjermbildet så i sum bruker de oftest mer energi enn det utstyret som erstattes.
- På sengepost er man gått over fra brettservering til varm servering på posten, noe som krever mer energi lokalt.
- De har måttet etableres nye UPSer.

Formålsbygg som RH inneholder mye teknikk. De måtte bygge ut noe mer reservestrøm (nødstrømsaggregater) etter innflytting. Teknisk avdeling ved RH ble først trukket inn i prosessen ganske seint og selv begynte han i 1998.

RH er ikke bygget som på Ahus med mulighet for individuell romtemperaturregulering. De kjører inn felles beregnet lufttemperatur i hver avdeling og kjøler lokalt, man bruker også batterigjenvinning. Det er ingen roterende gjenvinnere på RH. De har forsøkt å sette inn en del målere og har et sentralt drift- og styringsanlegg som de kan bruke, også hjemmefra, som ser hvor ventiler står. De har omtrent 10 undersentraler omkring på sykehuset.

Man la opp til (prosjekterte) rene luftbehandlingsanlegg, men ifm byggefasen og etter hvert har man måtte mikse litt. Det finnes ingen eller få reine kontorareal slik at luftbehandlingsanleggene kan styres som det, dvs at luftbehandlingssystemene stort sett er i full drift i for ca. 90 - 95 % av arealet døgnet rundt.

Han mente solavskjerming var viktig og at det som er benyttet på RH har for lav kvalitet. De har problemer med å få løsningen til å fungere som den skal. (Plansje 9) De er nå modne for å bli byttet ut. Det er også flere bygg og områder som opprinnelig burde ha vært utstyrt med solavskjerming.

Energiblokkene for termisk og elektrisitet er ikke sammenfallende. (Plansje 12 og 16). Det er en ulempe når man skal måle og styre energiforbruket og han håpet Nye Østfoldsykehuset får det bedre til. Årsaken til at det ble slik mente man skyldes kostnader.

Energi betyr mye for den totale driftsøkonomien. Den delen av deres kostnader er like stor som alle andre tekniske drift- og vedlikeholdskostnader til sammen, inkl. tekniske servicetjenester til sykehusets kjernevirksomhet.

I forbindelse med byggingen av RH ble det gjort forsøk på å få opp jordvarme. Et eget forskningsprosjekt ble finansiert. Målet var å bore seg ned 4-5 000 meter og få 70 graders vann opp. Man klarte å komme 1 700 meter ned og brukte rundt 25 millioner på dette forsøket. I 2004 ble det vurdert energibrønner. Det ville koste 25-40 millioner kroner og på grunn av husets utstrekning var det vanskelig å få dette til å lønne seg. Dette kunne vært annerledes om det var blitt planlagt fra starten av.

Situasjonen i dag er:

- Til tross for tekniske mellometasjer ligger veldig mye i himling.
- Det at det er blandet ulike funksjonsrom gjør det vanskeligere å styre.
- Det pågår fortløpende mer enn 100 prosjekter som omfatter UPSer, stigere og varme, og de forsøker å få til løsninger som ikke krever for mange provisorier.
- De har ikke fått til noe ordentlig energioppfølgingsprogram. Det som ble levert ved innflytting har ikke fungert som forutsatt.
- Luftinntakene er for små og de bruker energi for at de ikke skal tette seg.
- De har problemer med de flate takene.
- Valg av vinduskarmer av tre krever mye vedlikehold.
- De opplever kondensproblematikk i kjøle- og fryserom og de er det mange av på RH.
- Viktig at man står på egne bein når man bygger (ha med driftsenheten)
- De har sett mye på hvordan reguleringen av luftbehandlingsanleggene skal være. RH har 200 aggregater. Med 28-30 grader går noen aggregater for fullt og da saktner andre farten.
- RH kunne trengt flere 100 million kroner til å skifte ut systemer som nå er15-17 år.

2.2 Hvordan stemmer faktisk bruk med programmerte krav og forutsetninger? Erfaringer fra St. Olavs hospital, Morten Uv, seksjonsleder St. Olavs Hospital

Morten Uv, seksjonsleder ved St. Olavs Hospital vurderer det slik at arealene i all hovedsak brukes slik det var tenkt og programmert. Sykehuset er nå nesten ferdig. Om litt over ett år er Kunnskapssenteret ferdigstilt.

Sykehuset er bygd opp i en senterstruktur der hvert bygg har sin egen separate tekniske struktur med egne målinger av varme og kjøling. Han mente de hadde en god registrering av energiforbruket på hvert bygg og i de enkelte bygg var det undermålere. Det er Statkraft som eier og drifter varme- og kjøleleveransene. Om vinteren er det Nidelva som brukes til kjøling. Fjernvarmen kommer fra forbrenningsanlegg i utkanten av Trondheim. Det bringes inn til forsyningssenteret gjennom et kommunalt eid parkeringshus. Man har god reservekapasitet når det gjelder varmeforsyning og har ellers redundante løsninger for alle kritiske forsyninger.

Han mente det er kjøleleveransen som er den viktigste. Under ombygging i forbindelse med Kunnskapssenteret var man uten kjøling og måtte finne provisoriske løsninger.

Han konsentrerte sitt innlegg om de energikrevende delene av sykehuset.

Sykehuset har 8 laboratorier med inneslutningsnivå 3 og det er 3 av disse som benyttes som slike. De 5 øvrige har en drift som ikke har behov for et så høyt inneslutningsnivå, men virksomheten som foregår

der er den som er programmert. Den virksomheten kan da graderes opp når det gjelder krav til renhet om og når det skulle bli nødvendig.

Dyrestallen er også bygget for å kunne drive virksomhet som krever inneslutningsnivå 3 og brukes sporadisk til slikt arbeid. Luftmengden i områder med inneslutningsnivå 3 er typisk 60-90 m3 per time per m2.

Han var opptatt av antallet sikkerhetsbenker og hvordan de påvirker behovet for luftmengde i rommet. De hadde ikke noen oversikt over hvor hyppig sikkerhetsbenkene ble benyttet, men de var i gang 24 timer i døgnet. Hver sikkerhetsbenk krever 4-500 m3 luft per time og er da ofte bestemmende for den samlede luftmengden som må tilføres.

De har 45 operasjonsstuer om får tilført 3 500-4 000 m3 luft per time under en operasjon. Tilførselen av luft reduseres til 1/3 når stua hviler. Den enkelte stue er regulert etter en bestemt bruk som da regulerer luftmengde, temperatur, lys og bruk av blendingsgardin. Han mente personalet var flinke til å benytte riktig scenario. Stuene varierer fra enkle øyestuer til stuer med LAF-tak.

Det benyttes noe omluft.

Energibruken varierer mellom de enkelte sentrene. Av sentrene i fase 1 bruker nevrosenteret og laboratoriesenteret 430-452 kWh/m2, mens Kvinne- barnesenteret bruker 100 kWh/m2 mindre. Av sentrene i fase 2 bruker bevegelsessenteret 258 kWh/m2. Fallet i bruk av energi mente han først og fremst skyldes mer oppmerksomhet rundet det byggetekniske, slik at man oppnådde tettere bygg. Energibruken fordeler seg med 30 % på varme, 15 % på kjøling og 50 % på elektrisitet. Dette var den samme fordelingen han hadde fått høre man hadde på danske sykehus.

Varmen ble levert med 35 % gjennom radiatorer og 65 % gjennom ventilasjonen. I Kvinne-barnesenteret utgjør radiatorvarmen 25 %. Han trodde det kunne skyldes en bedre kvalitet på dette bygget.

Når halvparten av energiforbruket knytter seg til elektrisitet, skyldes det i stor grad utstyret.

Han hadde hørt om at man i andre land hadde klart å redusere antall luftskift i timen til 2 i laboratorier og 6 i dyrestall, men syntes det hørtes veldig lavt ut. Sikkerheten må gå foran enøk. Likevel bør man kunne redusere forbruket ved å justere tilført energi i forhold til bruk av arealene ved bruk av sensorer som måler aktivitet.

2.3 Diskusjon

Ahus var godt representert på arbeidsseminaret og kunne bekrefte at de hadde en oppfatning som i all hovedsak var sammenfallende med vurderingene fra RH og St. Olavs Hospital. Forbruket av elektrisitet er stort. Bygget bruker stort sett den energien man forventet det skulle bruke, men det brukes mer strøm. Dette skyldes nok at man i planleggingen i liten grad har tatt med utstyret. De har forsøkt å bryte opp bygget i enheter som kan styres.

Når det gjelder IKT og datarom samarbeider de med Sykehuspartner. De sentrale hovedkommunikasjonsrommene (SHKR) inneholder også utstyr for andre enheter. De har egne målere som overvåker hva disse bruker av energi. I 2011 brukte de to store datarommene 2 GW. På toppen av det kom så kjøling.

Under byggingen ble det kutt i budsjettet så man fikk ikke så "reine" bygg som man først hadde lagt opp til. De har problemer med å følge opp energibruken på en rasjonell måte.

Det ble påpekt at det var mye som ikke var forutsigbart. 1. januar overtok Ahus ansvaret for en ny del av befolkningen på størrelse med Trondheim. Aktiviteten økte med 40 % og det var i liten grad vurdert hva dette ville ha å si for energiforbruket. Antagelig legges det inn for liten sikkerhet i den tidlige planleggingen slik at når det kommer endringer blir de mer kostbare og mindre energieffektive enn de kunne vært om muligheten for slike endringer var tatt på et tidlig tidspunkt.

Ahus hadde i sine kontrakter at entreprenørene skulle overlevere tett bygg og at det skulle testes. Bygget ble termofotografert og det viste seg at av noen tusen vinduer var det 200 som ikke var tette. Dette måtte da rettes opp av entreprenør.

I Tromsø har man arbeidet for å unngå kuldebroer, men har ikke lyktes helt med det. Man opplever at det er mange forhold som spiller inn som hvordan sykehuset ligger i terrenget, hvordan varme og ventilasjon i glassgata skal styres, hvordan store glassfasader skal handteres og de opplever at det er problemer med tilfredsstillende varme.

Gjennomgående var man enige om at man er opptatt av overflater og bygg, men at utstyr ikke er på dagsorden. Man vet for lite om utstyr, så det er et område man må gå grundigere inn i. Til en viss grad vet man hvor mye som brukes på utstyr totalt, men det er behov for å bryte det ned for å kunne styre energibruken til utstyr bedre. Elektrisitetsforbruket er vesentlig mer enn lys og det er ikke bare det store utstyret som trekker energi. Det store antallet småutstyr bruker også mye energi når dette summeres. Dette er ikke nytt, man har bare ikke vært oppmerksom på det i planleggingen.

Representanter for Nytt Østfoldsykehus mente at planer knyttet til alle typer energibrukere på sykehus bør inn tidligere i prosessen enn i dag. Antagelig bør det inn minst på forprosjektnivå og helst tidligere. Programmeringen er mangelfull når det gjelder etableringen av energiblokker. Det er ikke satt av penger til dette. Når det gjelder planleggingen syntes de elektro er vanskeligst. Man bør se på prosjekteringsprinsippene. Det er tre systemer som skal kobles. En utfordring er solavskjerming. Det er viktig for å redusere kjølebehovet, men gjør også at man må benytte elektrisk lys i stedet for dagslys.

Fra Ahus ble det påpekt at det er vanskelig å planlegge godt nok. De begynte planleggingen i 1998 og tok sykehuset i bruk i 2008. Medisinsk teknikk bruker i dag 40 % mer energi enn da det ble programmert. Et spørsmål er da hvor mye av dette som er en reell økning og hvor mye skyldtes at man ikke hadde en god nok oversikt i 1998? Dette er et spørsmål som også kan stilles til de andre prosjektene. Når for eksempel RH hadde lagt inn en reservekapasitet på 20 % hadde man da tatt utgangspunkt i all energien det var behov for initialt? Dette kan ikke sjekkes nå, men understreker behovet for at man har med alle energibrukere når rammene legges.

Ullevål var opptatt av hvordan man kunne få ned toppforbruket for å redusere kostnadene til strømleverandør. Vil det være hensiktsmessig med en eller flere generatorer som tok toppbelastningen?

Det ble påpekt at prosjektet Lavenergisykehus i utgangspunktet ikke så på hvem som betalte hva for energien, men var opptatt av metoder for å få ned energiforbruket. Det er andre prosjekt som ser på hvilken energi man bør benytte og hvordan man kan redusere kostnadene ved bruk av energi.

Det ble trukket fram at energibruk av mange ble oppfattet som en teknisk greie som var perifert i planlegging av sykehusfunksjonene. Skal man få bedre løsninger må bruk av energi knyttes til hvordan utøvelsen av funksjonene og arbeidsmiljøet påvirkes av energiløsninger. De teknisk prosjekterende må også kunne vise flere scenarioer der både funksjonalitet og kostnader trekkes inn. I dag kommer den tekniske delen inn for seint. For mye er allerede bestemt. Bygget er forsøkt konstruert ut fra driftsmessige og kliniske funksjoner. Fra RH ble det hevdet at man etter en 2-3 år mistet en del av oversikten over hva man leverer energi til, når det har foregått noen tekniske korrigeringer og noen arealkorrigeringer. Hadde de tekniske løsningene vært samordnet mer med den øvrige programmeringen i den aller tidligste fasen, hadde det antagelig vært enklere å bygge opp et system som kunne justeres i forhold til de endringer som uansett vil komme.

Av en som hadde vært med å prosjektere RH ble det påpekt problemet med at man på det politiske planet forsøkte å holde igjen størrelsen på sykehuset. Det ble forsøkt tatt høyde for ved at det ble lagt inn reserver i de tekniske løsningene, men vedtatte utvidelser i løpet av planleggingsprosessen spiste opp en stor del av disse reservene. For eksempel var man forutseende og satte av plass til en PET, rent fysisk. Det ble ikke satt av reserver på det tekniske området til å dekke en slik utvidelse når den måtte komme. Denne problemstillingen ble også trukket fram av de som var opptatt av tidlig fase planlegging. I veilederne for hvordan dette bør løses står det ingen ting om energi. Med den erfaringen vi nå har er det åpenbart at dette bør inn på et strategisk nivå helt tidlig i en planleggingsprosess.

Representant for Ahus mente at de hadde trukket inn energi tidlig i deres prosess, men at man opplevde at spesielt arkitektene hadde liten kunnskap om dette, og det ble deres løsninger som fikk mest oppmerksomhet. Man kan da si at dette understreker behovet for å løfte de tekniske løsningene og energiforbruk opp og fram i prosessen.

Representanter for nytt Østfoldsykehus mente de også hadde hatt energiløsninger framme tidlig, men at det ble en diskusjon som ble litt perifer i forhold til andre problemstillinger. De understreket også det mange nå la vekt på, at man visste lite om utstyr. På sett og vis førte dette til at utstyr var dobbeltbrukere av energi. Først måtte de ha strøm for å fungere og så måtte det settes inn kjøling for å få bort varmen utstyret produserte. Med mer kunnskap og mer forberedte løsninger bør man kunne få benyttet utstyrets varme på en måte som reduserte det samlete energiforbruket.

3 Muligheter for energioptimale tekniske løsninger

3.1 Lysmiljø, Janne Grindheim, Norconsult

Det er utarbeidet en rapport om lys til Lavenergisykehus prosjektets første fase.[2] Hun mente det ikke er noen fasit for hvordan et energioptimalt lysmiljø kan oppnås, men ville komme med noen synspunkter for å få til en interessant diskusjon.

Viktigst er tidsstyring. Lys skal være til stede når det er bruk for det.

Som en god nummer to kommer arbeidet med å få fram lys der det er behov for det. Det kan da innebære at man bør gå bort fra en høy allmennbelysning og heller ha punktbelysning på de stedene der det trengs.

Sykehus er komplisert med mange behov som skal dekkes. I et kontorbygg er behovene ganske ensartede gjennom hele bygget. I et sykehus varierer det sterkt. Lyset skal:

- Gi godt arbeidslys til normale kontorfunksjoner.
- Gi et behagelig oppholdsmiljø for pasientene.
- Gi riktig farge og skygge for å kunne brukes i diagnostisk arbeid.
- Være tilgjengelig når det er behov for det, men også slås av når det ikke er behov for det.
- Kunstig lys må samarbeide med dagslys.

Det ble understreket at lys er viktig. Uten det får vi ikke til noe. Det dreier seg da som vist over ikke bare om styrken på lyset. Lys må man ha for å se farger og for å få skygge. Feil farge på huden på grunn av feil lysbruk vil kunne gi gal diagnose. I tillegg til styrken på lyset er det viktig med fargetemperatur og muligheten for det som kalles dynamisk lys. Fargetemperatur måles i Kelvin grader. Den gamle glødelampa gir 2 700 K mens dagslys er 7 000 K. Fargegjengivelse vises ved en RA indeks.

Ved planlegging må man samle seg om hvilke belysningsprinsipper som skal gjelde. I kontorområder er det ganske greit. Da kan man ha en generell bakgrunnsbelysning og så ha en plassbelysning tilpasset den enkelte arbeidsplass. Det begynner å bli vanligere å ha en lavere allmennbelysning nå og så ivareta arbeidsbelysningen med en bordlampe eller tilsvarende punktbelysning.

I en operasjonssal er det vesentlig mer komplisert.

Hvor mye lys må vi ha for ulike funksjoner?

I kapitlet i rapporten fra fase 1 beskrives løsninger for ulike rom. Et godt lysmiljø avhenger av møbleringen, arbeidsrutiner som sier hvor utstyr skal stå, antallet som normalt vil være i rommet og om de ligger eller står. Pasienter som må ligge skal heller ikke bli blendet av lyskilden. Samtidig er reflektanser og farger i rommet viktig. Lyset skal rettes dit det trengs, og så skal det også tenkes på vedlikehold. I noen rom er det mange behov som skal dekkes i samme rom. Det skal være et behagelig oppholdslys for noen, leselys uten blending for de som ligger og konsentrert og sterkt arbeidsbelysning der det skal utføres presisjonsarbeid. Hun mente det i første rekke var disse romtypene som alle hadde ulike krav:

[2] Skrive inn referansene for den og hvor den kan skaffes

- Pasientrom
- Behandlingsrom som også er av ulik type
- Laboratorier
- Kontorer
- Møterom
- Kjøkken og kantine
- Stue, pauserom, venterom
- Undervisningsrom
- Skyllerom og bad
- Lager

Ved valg av lysmiljø må det derfor tenkes økonomi og man bruker livssyklusberegninger til dette. Tilgang på dagslys og styring etter bruk inngår da som vesentlige elementer for å oppnå den beste økonomiske løsningen.

Alt lys avgir varme. Kan det reduseres? Hvor langt kan vi gå noen steder til ikke å ha kunstig lys i det hele tatt, i hvert fall i perioder? Det ble vist til rommet der vi hadde arbeidsseminaret. Her kunne lysrekka nærmest vinduet slukkes og man kunne bare benytte lysrekka innerst i rommer. Ofte, når det er veldig lyst ute, kommer persiennene ned og reduserer det naturlige lyset. Hvordan bringe dagslyset inn i rommet og utnytte det så lenge det er mulig.

Hun mente det også var viktig ikke å gi den individuelle brukeren for mye frihet. Man må tenke seg godt om før man lar den individuelle brukeren få for mye valgfrihet.

Sikkerheten er også et moment når det skal lages et godt lysmiljø. Tilgangen på lys må være slik at bygget som sikkert og gir grunnlag for å gjøre jobben godt.

Hva slags armatur skal benyttes. Deres anbefalinger er nå lysrør og LED. Med dagens kunnskap og teknologi synes nå LED å være mer økonomisk gunstig enn lysrør. Både når det gjelder investering og energikostnad.

Dynamisk lys kan variere lysfargen og lysmengden gjennom døgnet. Med kaldere lys øker konsentrasjonen. Halogen gir en god fargegjengivelse. Det benyttes beregningsmetodikk for å vise hvilken styrke man får med de ulike løsningene.
Det er ønskelig å ha reine kurser. Da må de med ansvar for elektro inn tidlig for å få optimale fordelingsanlegg og en god plassering av disse.
Til slutt presenterte hun en huskeliste for planlegging av lysmiljø for å få til et godt energiøkonomisk resultat. (plansje 16)

3.1.1 Diskusjon etter innledning om lysmiljø

Hun ble spurt om hva hun mente med å komme inn tidlig i planleggingen og svarte at det minst er når prosjektet starter, helst før, i den tidligste fasen av prosjektet. Hun ble også spurt om hva hun mente med at brukerne ikke måtte få for mye frihet. Svaret var at man i et planlagt lysmiljø ikke måtte ha anledning til å kjøpe nye bordlamper fordi man mente de var finere. Hun var opptatt av at brukerne var inne tidlig for å planlegge lysmiljøet. Man måtte også tidlig vurdere hva man kan gjenbruke av eksisterende utstyr.

Ahus mente tilpasningen hadde sine grenser siden sykehuset deres hadde hele 6 000 rom og mente at mange endret funksjon etter ferdigstillelse.[3]

Fra NØS ble det påpekt at arkitektene ønsket 4000 K over hele huset. De tror det er noe høyt for oppholdsrom for pasienter og ønsker å bruke mer dynamisk lys.

[3] En gjennomgang av RH 10 år etter innflytting viser at rom i veldig liten utstrekning har endret funksjon. Mest forandring er kommet ved nybygg og at de enkelte rom er mer intenst utnyttet. (TR foredrag NHS sykehusplanleggingskonferanse mars 2012)

Om en kunne få ned energibruken til lys ved å ha større sammenhengende områder med om lag samme funksjon kunne det ikke svares entydig på.

I diskusjonen ble det spurt hva man kunne hente i energiøkonomi når det gjaldt lys. Det ble da påpekt at energibruken som ble løst med strøm fordelte seg med 10 % på vifteeffekt, 20-25 % utstyr og 20-25 % lys. Med behovsstyring halveres lysforbruket. Det bør derfor kunne slå merkbart ut på strømforbruket.

Det ble spurt om hvor viktig innkjøpsrutinene er. Det ble vist til at man i England forsøkte å studere det. Hvordan vurderes direkte kostnad ved innkjøp i forhold til driftskostnader over levetid?
Det ble videre påpekt at det er vanskelig å se framover. Ahus hadde nå en løsning som ble valgt med kunnskapen man hadde for omkring ti år siden. Det vil sikkert ikke bli skiftet ut før om 20-30 år. Da kan LED som i dag er det man mener er best være erstattet.

3.2 Løsninger for ventilasjon, Bjørn Mordal, Norconsult

Han tok utgangspunkt i at byggeforskriftene ga en god veiledning i hvordan ventilasjons måtte handteres. I tillegg var behovsstyring allerede behandlet av flere. Det mente også han var viktig og hadde ikke mer å legge til på det feltet.
Han mente forskriftene ivaretar kravene til avgasser og gjenvinningsgrad.
Han ville derfor konsentrere seg om kravene til ventilasjon for spesialrom på et sykehus. Dette dreide seg da om[4]:

- PET
- Laboratorier
- Apotek med medisinproduksjon
- Sterilsentral
- Forskningsenheter
- Operasjonsrom
- Isolater
- Intensivenheter

Planlegging av krevende laboratorier vil da være en gjennomgang av hva som skal gjøres og en utarbeiding av en beskrivelse av arbeidsrutiner, ansvar, plassering, krav til renhet osv. (plansje 3,4 og 5)

Gode løsninger må derfor ta hensyn til mer enn energibærer og luft. Det som må tas hensyn til er:[5]

- Reguleringer, standarder og veiledninger
- Beskyttelse av personell, omgivelser og/eller produkt
- Plassering i sykehuset
- Renhetskrav til overflater, vurdering av benyttet materiell og installasjoner
- Tetthet i konstruksjonene
- Etablering av komplekse ventilasjonssystemer
- Tilleggssystemer som støtter opp om hovedsystemene
- Spesialutstyr
- Løsninger slik at vedlikehold kan gjennomføres sikkert
- Testing av all dokumentasjon
- Arbeidsbeskrivelser

De to siste kulepunktene knytter an til en valideringsmodell som leder opp til hva som i noen tilfeller blir en industriell GMP. Der er det da spesifisert hva som skal gjøres før andre ting og alt skal dokumenteres slik at det kan testes i etterkant. Det tok vel et år å teste ut løsningene på RH.

Mye godkjenning har nå i en periode vært basert på egenmelding, men nå kan 3dje parts kontroll komme igjen.

[4] Plansje 3
[5] Plansje 7

Det finnes både positive og negative isolat. For operasjon er det stort sett LAF som er løsningen når man krever noe ekstra renhet. Det er utarbeidet en del standarder både for EU, Tyskland, Storbritannia og USA. Disse er CEN, DIN (ark 4 RH), HTLM, Ashrae. I Norge velges det da mellom de internasjonale standardene og så har vi TEK10 som gir føringer. I Sverige har de en standard for renhet i operasjonsrom. Den er mer spesifisert enn den norske og tar også med bekledning. Det eneste tydelige kravet som er satt i Norge er at operasjonssaler skal ha under 100 cfu/m3 og for ultrarene operasjonsstuer er kravet 10 cfu/m3. Det er altså ingen krav til hva som skal tilføres, men det er et krav til hva som oppnås. De internasjonale standardene har anbefalinger om uteluft/m3/timen for pasientrom som varierer med 70-75-80 og arbeidstilsynet anbefaler 180. Som regel faller prosjekterende ned på noe midt på. Ved RH gir løsningen 180 m3/timen.

Alle standarder for operasjonsrom tar utgangspunkt i at det benyttes hepafiltrert luft inn i stuene. TEK 10 har nå fått med et minstekrav per person om virksomhetsnivå og avgassing, der også inventar tas hensyn til.[6] Man kan oppleve at alt er i orden, og så kjøpes det inn interiør som avgir gasser i ettertid. TEK 10 slår fast at ventilasjonsanlegg ikke skal slås av.

En VVS ingeniør vil normalt planlegge kjølekapasiteten marginalt. Med minimumsløsninger skal det ikke komme mye varme gjennom vinduene før rommene blir for varme. Dette er annerledes sommer og vinter.

Luftinntaks størrelse og plassering må planlegges godt og det må settes begrensninger av utslipp. Man må forsøke å unngå unødig solbelastning og andre naturbelastninger. Forskriften sier man må begrunne det der man ikke har gjenvinning av luft. Varmegjenvinning med roterende gjenvinning gir en gjenvinningsgrad på 80-85 %) og er anbefalt på rom med hepa filter. For enheter med kjemikaliebruk og lukt er det ikke like praktisk å benytte gjenvinning. Det er utviklet en amerikansk modell med omluft i behandlingsrom som bør sees på.

For operasjonsrom er det arbeidet med å få en stabil steril luftstrøm ned på pasienten som er oppgaven. De fysiske lovene har her ikke endret seg. Med tettere bygg vil varmetap fra vinduer bli marginalt, slik at det heller er dugg på utsida som er utfordringen, og hvordan man løser solavskjerming.

En operasjonsavdeling er i dag så godt ventilert i utgangspunktet at med punktavsug i tillegg er det meste av partikler borte.

Ved forskningsbygget på Montebello så man på et kontorbygg med bruksfrekvensen, overtid osv og fikk et bilde som det kan styres etter. Må da også ta hensyn til at det ikke skal bli for varmt om sommeren.

På RH er det 28 målepunkter, mens det på Ahus er 6 700. Man bør ha mange målepunkter.

3.2.1 Diskusjon ventilasjon

Det ble trukket fram at skal de tekniske løsningene gi et ønsket resultat må også arbeidsrutiner være gode. Påkledning, antall inne i et rom, antall ganger man går ut og inn i rommet, alt slikt vil påvirke luftstrømmer og partikkelinnhold vel så mye som antall luftskift og farten på luftstrømmen. Viktig at man her får til et godt samspill.

Det ble videre tatt opp at det kan være gunstig for løsningene om områder som krever mye luft ble plassert inntil hverandre slik at det kunne etableres gode føringsveier. Innlederen hevdet at tekniske mellometasjer eller tilsvarende (TME) fungerte bra for slike områder. Da kunne ombygging foregå uten for stor innvirkning på funksjonene mens ombygging foregikk. Ved RH burde det vært TME i tilknytning til de mest krevende laboratorieområdene også. Der er det mange sikkerhetskabinetter som krever mye tilførsel av luft.

Om slike homogene områder også var en fordel for å kontrollere og redusere energibruken ble ikke besvart.

[6] Plansje 46-51

Andre områder ved RH som hadde kunne trengt TME var akuttområdet og hjerteintensiv, skulle hatt tekniske areal som ikke var i tilknytning til bruksområder. Da det nye bygget som rommet PET ble bygd ble det etablert TME. Det er etter innleders syn avgjørende for å få så høy brukstid. Dette en verdi i seg selv.

Med så store luftmengder som i operasjonsområdet må man ha plass for å få akseptabelt trykkfall osv.

Når det gjaldt arbeidsorganisering og teknikk ble det vist til gamle LAF løsninger med gardiner til gulvet og egne drakter, et drivhus. Der var det vanskelig å arbeide. På RH ble det en løsning hvor man gikk opp på luftmengden. Man forsøkte seg også med å senke temperaturen, men fikk det ikke til, man måtte ha fart på luftstrømmen.

3.3 Diskusjon tekniske løsninger generelt

Det ble trukket fram at vvs ekspertisen hadde ulike oppfatninger. Mange standarder anbefaler mye forskjellig. Noe er de basert på, men hva er nå det? Brukersiden og teknisk side snakker dårlig sammen, og brukerne har også ofte svak kunnskap om hva det er de arbeider med. Et eksempel fra RH var at de satt med 80 avtrekksskap for mange. Brukerne snakket om avtrekksskap og sikkerhetsbenker ute å skille. Det ble vist til innledningen fra St Olav der slike skap ble trukket fram som noe man hadde problemer knyttet til og det ble spurt om dette kunne ha sammenheng med denne formen for upresishet. Brukerne ber om noe for sikkerhets skyld og så får man ikke bruk for det. Brukerne må vite bedre hva de ber om.

Det er ingen spesifikasjon på hva som skal gjøres på disse områdene i Norge. Det har de i England og USA. Det ble sagt at etter RH ba man om at det ble laget et bedre regelverk. Det har vi ikke fått. Det er lagt et notat om isolater, men det har ingen formell plass. Den må oppfattes å være en frittstående veileder.

Siden brukerne har et nokså omtrentlig forhold til dette må de prosjekterende være flinkere til å spørre.

Når det gjaldt belysning hadde Ullevål erfaring fra sitt laboratoriebygg. De beholdt det opprinnelige systemet i en etasje, blandet det med nye teknologi i en annen etasje og brukte ny teknologi i en tredje. Med ny teknologi sparte man 80 % energi. Der det ble byttet var det ingen endring og der det var blandet reduserte energibruken seg med 50 %. De gamle løsningene var fra 1980-tallet. Beholdt i en etasje, bygget om i en og en blanding i en tredje.

Ullevål har også forsøkt seg med bevegelsesdetektorer på kontoret for 100 brukere. Dette ble positivt mottatt.

Det ble stilt spørsmål om hvorfor Norge bygde så mye mer kostbart enn i andre land. Man mente man da spesielt skilte seg ut med mer teknikk og mer avansert teknikk. Et sykehus i Erfurt i Tyskland hadde veldig få tekniske løsninger og opplevde da temperaturer vi her i Norge nok ikke hadde godtatt. Norge bygger dyrest. Det ble vist til andre besøk ved europeiske sykehus som mente det der var satset vel så mye på teknikk som i Norge. Det ble vist til hollandsk sykehus i Sittard der to etasjer midt i sykehuset var TME. Man mente da det mer var enhetskostnader for de enkelte ting som må gjøres som var høyere i Norge enn andre land.

Det ble hevdet at løsningene i for eksempel isolater må være enkle og effektive. De som arbeider der gjør ofte ikke det de skal og dermed brytes de barrierene og de luftstrømmene som skal være. Et innlegg var skeptisk til å bruke omluft i de områdene som trengte rein luft. Hvis systemet svikter kan man få en veldig uønsket situasjon og man vet ikke det på forhånd. Da kan skadene bli store.

Ved nytt Østfoldsykehus vurderte man fortrengningsventilasjon, men så noen uheldige sider og valgte det tilslutt ikke. De lurer på om de har valgt feil. På RH brukte man det på sengerom. Garderobeskapene ble brukt. Under der kom lufta. Man mente det er vanskelig å oppnå gode resultater med dette. Hvis man velger behovsstyring blir det meningsløst. Da skal man ha stabil luft. Det egner seg der folk sitter stille, men ikke der det er mye bevegelse. Ved fortrengning ligger gevinsten at det er lettere å bytte luft, den stiger av seg selv.

Når det gjelder energibruk er ikke færre trykkforskjeller det viktigste. Det er tilført luftmengde som avgjør energibruken, først og fremst. Trykkbarrierer betyr ganske lite. Bygging av barrierer er enkelt når det er et teknisk rom i nærheten.

Det er viktig å gjennomføre LCC analyser med behovsanalyser. Samtidighet kan være 80 %. Dette taler igjen for behovsstyring.
De tekniske forskriftene er en pådriver mot passivhusstandard. Da må vi ha behovsstyring. I kontorbygg er det et omfattende system for dette og man mente at om 3 år er dette hyllevare og standard.
Ahus hadde en stor diskusjon om hvordan tilført luft skulle styres. Hvor mange aggregater skulle de ha? De valgte ett per stue. Kan da styre stua om den er i bruk eller ikke. Aggregater er imidlertid en vesentlig investering. Sikkerheten er viktig. Når fagekspertisen holder på sine krav har de teknisk engasjerte få valg. De kan ikke argumentere når dødskortet trekkes.

4 Klinisk virksomhet og energiøkonomisering

4.1 Framtidas operasjonsstuer, Jan Gunnar Skogås, leder Framtidas operasjonsstuer St. Olavs Hospital

Prosjektet framtidas operasjonsstuer ble startet i 2005. Det ble utviklet et forskningsprogram med 45 millioner kroner fra Norges Forskningsråd (NFR). Målet var å utvikle nye behandlingsmetoder med bruk av ny med teknologi og også utvikle ny medisinsk teknologi. Slagordet ble å behandle dagens pasienter med morgendagens teknologi.

Utfordringene med dagens operasjonsenheter er:[7]

- Kostbare å bygge
- Kostbare å drifte
- Ikke fleksible nok i forhold til endrede krav
- Komplisert logistikk
- Systemer som ikke spiller med hverandre
- Mye utstyr, det ser rotete ut
- Tradisjonelle arbeidsopplegg basert på en del ritualer
- Ikke så egnet for undervisning
- Dårlige arbeidsforhold, dårlig ergonomi
- Hyppige ombygginger og tilpasninger

Det blir stadig mer minimal invasiv kirurgi og stadig mindre åpen kirurgi. Dette får noen konsekvenser for pasienten og for måten å arbeide på. Selv er han biomedical ingeniør fra Tyskland i 1986, innenfor området kikkhullkirurgi.

Det er 37 personer i knyttet til prosjektet, men ikke alle på heltid. Har kontakt med viktige industrielle aktører. Det er i dag 17 phd kandidater knyttet til prosjektet.

Det ble bygget 2 moderne stuer i 2005, med vekt på kikkhulloperasjoner. De introduserte radiologien direkte i stua. En C-bue med detektor osv som kan lage CT lignende bilder (Siemens) ble benyttet. Han knyttet en kommentar til om det er spesielt kostbart å bygge i Norge. Det var ikke hans spesiale, men han refererte til arkitekt Johannes Eggen som hadde funnet at kvadratmeterprisen for en operasjonsstue var 270 000 kroner, en kostnad som gjaldt ellers i Europa også.

I dag vil kirurgene ha større og større stuer fordi det er så mye utstyr som skal inn.[8] I mai 2002 hadde VG en artikkel der det kom fram at 128 døde på norske operasjonsbord på grunn av hendelser med teknologien i operasjonsrommet. Spørsmålet er da om alt utstyret må være inne i selve stua?

[7] Plansje 4
[8] Plansje 4

Kan diatermiapparatet være fysisk utenfor, kan lampene tas bort? Dette er saker de arbeider med. Man ønsker å ta teknologien ut av rommet så langt det er mulig og bringe inn akkurat det man trenger i det reine feltet.

Et eksempel er en fedmeoperasjon som tok 2 tim 17 min. Da var det bevegelser inn og ut av stua 94 ganger. Det var i all hovedsak bevegelser for å hente ting de manglet. Prosedyrene var ikke godt nok gjennomtenkt og planlagt.

Hvordan er stua og utstyr planlagt? Er det skap på gangen eller gjennomstikkskap eller tralle inne på rommet? All åpning av dører påvirker luftstrømmen.

Stuene fra 2005 ble revet i 2010 og bygd opp igjen på Røros og brukes stadig. Nå er virksomheten deres ute i de enkelte sentrene på St. Olav, bortsett fra på ortopeden, bevegelsessenteret. Slik blir de ansatte på sentrene trukket inn i utviklingsarbeidet. I den gamle modellen måtte pasientene til prosjektstuene. Nå kommer personell fra prosjektet til klinikken.

De prøver ut nye instrumenter, annet utstyr, logistikken, navigasjon, 3d, nye materialer, mikrosensor og nanoteknologi. Han var ikke fremmed for at også minimal invasiv operasjonsteknikk slik vi kjenner den i dag vil bli forlatt. For mange prosedyrer vil det i framtida kanskje ikke være behov for operasjonsstuer?

Et eksempel på utvikling som har vært er endovaskulære behandlinger. Da de startet opp i 2005 tok abdominale aneurismer 7-8 timer å operere. Deretter lå pasienten 1 uke på intensiv/oppvåkning for så å ligge 3 uker på sengepost. Så forlot man åpen kirurgi og gikk inn med kateter i lysken. Pasienten er våken under behandlingen. Den tar 1,5 time. Så er det 2 timer på oppvåkning og så rett hjem.

Nå har de utviklet 3d teknologi for navigasjon ved plassering av stenter. Dette er utviklet sammen med SINTEF. Det gir god dybdeforståelse. Han viste en plansje der pasientenes navn framkom. Det hadde hun sagt ja til. Hun var utsatt for en frontkollisjon. De har operert 19 med samme skade og 18 av disse overlevde.[9]

De arbeider nå med å utvikle teknologi der du kan få følelsen av å være i kontakt med vevet og føle/høre blodstrømmen, selv om det benyttes minimal invasive metoder. Bringer følelsen fra en åpen operasjon over til den lukkete.

Navigasjon ikke så spesielt. Det er samme teknologi som benyttes til en gps. En utfordring er at det blir mange monitorer, ofte 4-5. De arbeider nå med å lage en flatskjerm med 3d effekt og variere på den.

En moderne utfordring er at mange pasienter er veldig store. Den største pasienten de har hatt var 48 år og veide 289 kilo. Mange instrumenter blir da for korte.

De ser mye på ergonomien.

- Kan operasjonslampene tas bort og erstattes med endoskopiske lyskilder som er bedre enn lampene, og er det bedre å bruke hodelykt? Operasjonslampene bryter luftstrømmen og skaper skygger.
- Er det en fordel å bruke kjølevest? Ved prosedyrer som varer 2-3 timer øker konsentrasjon med kjølevest.
- De ser på utvikling av pedaler til ulike teknologier.
- Er det bedre med blå bakgrunn på monitorene?

Hvordan ser så det optimale operasjonsrommet ut?

- Man har tatt bort mye av det som i dag er i rommet.
- Kan man bruke glassvegger og variere fargebruken i rommet.

De ser også på innføring av robotteknologi. Første sted de tester ut er gynekologi. Neste ut er ØNH. Ved bruk av robotteknologi blir da spørsmålet hvor styrekonsollen skal være. Kan den være hjemme? Den trenger ikke være i stua.

[9] Plansje 15

De har TME over operasjonsstuene og er glade for det. Der er all infrastruktur de trenger. Mye som tidligere sto inne på stua står nå der.

Nå ser de på operasjoner med gastroskopi. Dette er et eksempel på en prosedyre som kanskje ikke trenger en operasjonsstue, men kan utføres på et behandlingsrom. De har kontakt med japanere for å utvikle egnete skop. Kan man hente blindtarmen ut av magen uten å lage en tradisjonell stor åpning?

Det seneste er å utvikle kapselteknologi. Hva kan man gjøre forskjellig med slike kapsler? Kostnaden er nå 7000 kr/kapsel. Med en holografi vises det hvor nerver og kar går. Man beveger seg fra standard video til HD teknologi.

Med mer bruk av kapselteknologi kan det hele bli mer et laboratorium enn et operasjonsområde og de tradisjonelle operasjonsstuene blir i all hovedsak forbehold traumekirurgi.

4.1.1 Diskusjon, framtidas operasjonsstuer

Diskusjonen ble her avgrenset til direkte spørsmål til selve prosjektet.
Til spørsmål om denne virksomheten var noe han så for seg ved alle sykehus, var svaret at det bare kunne foregå på de større og kanskje de mest sentrale sykehusene. Teknikken de tok i bruk burde imidlertid ha en åpen plattform, slik at man ikke ble låst til en type teknikk innenfor et arbeidsområde og til en eller noen få leverandører. Da vil det som utvikles kunne benyttes overalt, og det var også mye generell, "vanlig" kirurgi de arbeidet med løsninger for.
Fra hygienehold ble det påpekt at med mye bruk av minimal invasive metoder oppstod det et behov for å sterilisere skop og annet utstyr som ble benyttet, etter hvert inngrep. Så viser det seg at skopet man bruker til å ta ut blindtarmen ikke kan steriliseres. For andre instrumenter kan også bruken av dem begrenses til 1-2 pasienter.
Det ble svart at man i Trondheim forsøkte seg fram med plasmasterilisering, men det måtte innrømmes at denne metoden ikke alltid fungerte.
Et oppfølgingsspørsmål angående hygiene var om det var undersøkt hvordan berøringsskjermer eventuelt også kunne bli et sted der partikler og da også bakterier kunne feste seg. Skjermene renses med klut, men dette var ikke spesielt vurdert av prosjektet.
Som avslutning ble det nevnt at prosjektet først hadde tatt navnet "eksperimentelle operasjonsstuer". Dette måtte de forlate siden mange pasienter da avsto fra å bli behandlet der.

4.2 Arbeidsmiljø og energi, Jan Vilhelm Bakke, overlege Arbeidstilsynet

Det er også ansatte på et sykehus og måten man løser spørsmålet om temperatur, renhet og liknende påvirker deres arbeidsdag. Han viste til tidligere uttalelse på arbeidsseminaret om at det var viktig med god kommunikasjon mellom brukere (ansatte) og rådgivende ingeniører når de tekniske løsningene planlegges. Erfaring viser at det er vanskelig å kommunisere hva som påvirker de tekniske løsningene til de ansatte. Det er mye motstand mot generelle løsninger og teknologene klarer ikke å forklare sin sak.

Et eksempel er ventilasjonen på en operasjonsstue. Det er ikke en omforent forståelse for hva som er målet for den. Er det en renser av lufta som kommer inn? Må man passe på at lufta må hentes fra et sted der den oppfattes som ren? Han mente det i alle slike sammenhenger var viktig å bruke hodet og presisere hva man egentlig har behov for å oppnå.

Hans hovedanliggende er arbeidsmiljøet. Ofte når det skal spares energi så tas ikke de ansatte med i diskusjonen. De menneskelige behovene vurderes i mindre grad. Selv om det kan synes som det er helse i den grønne økonomien, så er bygg først og fremst til for mennesker og ikke for å bruke lite energi.

Han har erfart at det også i Sverige er her man har en utfordring. I Värmland har de i en bygningsmasse på 415 000 m2 oppnådd å senke energiforbruket i bygningene fra 270 til 160 kWh/m2 kjøpt energi, ved å samarbeide med de ansatte. Nå lurer de på hvordan dette er sammenlignet med andre. De ønsker kontakt med andre miljø som arbeider med det samme.

Det svenske eksemplet viser at det er mulig både å få et bedre innemiljø og spare energi. Våre undersøkelser viser at de dårligste arbeidsmiljøene finnes i skoler, syke- og pleieinstitusjoner og for

renholdere[10]. Denne studien er fra 2009. Opp mot 60 % av sykepleiere opplever plager i tilknytning til arbeidet ¼ av tida eller mer. De kommer dårligst ut, men også andre som arbeider i helsebygg kommer dårlig ut. En av årsakene er svikt i det løpende vedlikeholdet av byggene.

Det samme bildet ser vi når vi ser på utviklingen 2000-2006 etter næring. Finansiell tjenesteyting har det beste arbeidsmiljøet. Undervisning var dårligst i 2000, men har hatt en jevn bedring siden det. Helse- og sosialtjenester fikk en forverring i løpet av perioden og er i 2006 tilbake på same nivå som i 2000. Sykepleier er aller dårligst selv om det her har vært en bedring i perioden.

En studie fra Midt-Norge så på alle som var sykemeldt for astma mer enn 16 dager de tre siste årene[11]. Undersøkelsen forsøkte å finne ut om astmaen ble verre på jobben. 70 % oppga at de hadde arbeidsrelatert astma og at det var inneklimaet som bidro til det. Igjen var det helse- og omsorgsektoren som kom dårligst ut og det viste seg at dette også hadde en kjønnsdimensjon. Kvinner rapporterte langt flere problemer enn menn. Situasjonen er nå at det er mer arbeidsrelatert astma i ikke-industrielle virksomheter enn i industrielle.

Andelen i befolkningen med astma er økende og det er ikke et norsk fenomen. Årsaken vet vi foreløpig ikke noe om.

Arbeidstilsynet tok kontakt med Statistisk sentralbyrå (SSB) for å se om de kunne skille ut sykehusene i sine oversikter over rapportert inneklima. Det klarte de og det viste seg at forholdene forverret seg like etter den statlige overtakelsen av sykehusene i 2002[12]. Etter det har det vært en bedring, men det har det også vært for andre sektorer, slik at sykehusene framstår som de byggene som har det dårligste inneklimaet.

Sykehusene bruker mest energi og leverer det dårligste inneklima. Ved siden av manglende vedlikehold er lufttemperaturen en viktig årsak. Det er for varmt i sykehus. Når nå Japan skal fase ut sin atomkraft leter de etter måter å redusere energibruken på. Et tiltak er å akseptere høyere temperaturer og da kreve mindre kjøling. Det synes som det, sett fra et arbeidsmiljøsynspunkt, er aksept for en lavere innetemperatur om vinteren og en høyere om sommeren. Det er kanskje ikke nødvendig å gå mer eller mindre naken under en tynn bomullsfrakk? Man har noe dokumentasjon for dette fra andre land, men det er behov for mer forskning i Norge.

Det synes også som det er ønskelig med lokale muligheter for regulering. Arbeidsmiljøet oppfattes bedre hvis man kan det. Mennesker som føler at de selv, aktivt kan påvirke arbeidsmiljøet kan antagelig akseptere forhold man ellers ikke ville akseptere.

Lavere luftmengder kan også være bra for arbeidsmiljøet.

Når renholdere rapporterer dårlig arbeidsmiljø kommer det mer av de rengjøringsmidlene de benytter enn selve bygget. De ser nå på om renholdsmidler i sprayform og polish er nødvendig, eller om man kan benytte andre metoder. Asymmetrisk termisk påvirkning viser at man kan tåle høyere temperatur hvis man også har andre stimuli. Det er mulig å sette opp forsøk på dette ved å lage ulike arbeidsmiljøer og sjekke hvordan forskjeller da blir.

4.2.1 Diskusjon arbeidsmiljø

Man vet ikke akkurat hva som forårsaker astma, men de som ble spurt i deres undersøkelser svarte på om de ble dårligere på jobben. Man vet ikke akkurat hvordan og hvorfor dette skjer, men man vet noe om hvorfor astmatikere blir dårligere. I Canada er det laget en livsløpsstudie. Gutter får det først, så kommer jenter. Ved 20 års alder er det 20 % som har astma som så stiger til 30 % ved 70 år. Dette er forskjellig fra sukkersyke og kreft. De sykdommene kommer som regel seint i alder, mens astma kommer tidlig.

[10] Plansje 8, 9 og 10
[11] Plansje 11,12,13 og 14
[12] Plansje 17

Fra OUS sin side ble det vist til at arbeidstilsynet hadde befaring hos dem. Etter det fikk de 25 millioner kroner til utbedring. Man påpekte at de fleste helseforetakene vet at de har et etterslep når det gjelder vedlikehold.

4.3 Luft, smitte og ventilasjon, Egil Lingaas, overlege Avdeling for smittevern, OUS

Florence Nightingale var en av de første som hevdet at det måtte være viktig med ren luft[13]. Men blant ledende eksperter på slutten av 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet var oppfatningen den stikk motsatte. Smitte ble ikke transportert med støv eller i luft overhodet. Man måtte være i direkte kontakt med den som var syk eller bli direkte truffet av dråper.

Dette ble radikalt endret i 1931 da W.F. Wells[14] utviklet sin luftsentrifuge og kunne påvise levende smittestoffer i luft. Men det var først på 1950-tallet at R.L. Riley kunne dokumentere at tuberkulose spredde seg med luft. Han samlet luft fra rom med tuberkuløse pasienter, splittet luften i to og eksponerte marsvin for luften. Den ene gruppen ble belyst med ultra fiolette stråler (uv stråler), den andre ikke. De marsvinene der luften ikke ble belyst med uv stråler fikk tuberkulose.

I Oslo viste Heimbeck i 1928 at sykepleiere hadde risiko for å få tuberkulose når de arbeidet med tuberkuløse pasienter. Hans resultater ble etterfulgt av undersøkelser fra en rekke land som viste det samme. Det er også publisert mange undersøkelser av pasienter og helsepersonell som viser smitte etter eksponering for pasienter med uoppdaget tuberkulose. En slik undersøkelse fra et amerikansk sykehus i 1985 viste for eksempel at risikoen for smitte økte jo nærmere man oppholdt seg smittekilden[15].

Det er også vist at visse infeksjoner kan smitte over etasjer. I 1991 ble for eksempel 19 pasienter i et tysk sykehus over 3 etasjer smittet av kopper[16].

Et annet eksempel er fra influensapandemien i 1957 der 14 pasienter i et amerikansk sykehus ble smittet med et slikt mønster at luftbåren spredning var det mest sannsynlige[17].

Det siste eksemplet som ble tatt fram var spredning av vannkopper, beskrevet i en artikkel i 1980. I en sengepost ble 17 pasienter smittet med vannkopper, og spredningen passet veldig godt med luftstrømmene som ble avdekket i avdelingen.

Det er to typer partikler. [18]

- Dråper
  - De store som er over 100 µm og faller med en hastighet på ca 3 m/sekund.
  - De mindre bråstopper i luften og spres ikke lenger enn du kan strekke armen, men kan sveve lenge. Med en diameter på 100 µm bruker de 10 sekunder på å falle 3 meter.
- Så har vi hudpartikler som vi skaller av.
  - Avskallet hudpartikkel har en gjennomsnittlig størrelse på om lag 12 µm og faller 30 cm i minuttet

Skal vi hindre smitte må vi forstå hva slags partikler vi skal se på.

Med kunnskap om type artikkel og størrelse kan vi regne oss fram til hvor fort lufta renses av seg selv, ved å se på antall minutter det tar for partiklene å falle en meter[19]. I løpet av en time vil rommet være tomt for hudpartikler i lufta.

Luftfuktigheten har betydning for hvordan mikroorganismer overlever i luftbårne partikler og hvordan de oppfører seg. Influensavirus liker tørr luft. Det gjør ikke poliovirus. Derfor sprer influensaviruset seg lettest om vinteren med tørr luft, spesielt innendørs.

[13] Plansje 2
[14] Plansje 4 og 5
[15] Plansje 8
[16] Plansje 9
[17] Plansje 10
[18] Plansje 15
[19] Plansje 16

I den norske isoleringsveilederen ble det anbefalt 10-12 luftskift i isolatet. Hensikten med luftskift i isolat er å beskytte de som er i rommet. Dette oppnås med luftskift og styrt luftstrøm. De som er utenfor beskyttes med styrt luftstrøm, slik at luften alltid går inn i rommet, trykkdifferense (undertrykk). For blant annet benmargstransplanterte vil det også være nødvendig å bruke trykkdifferense for å beskytte pasienten inne i rommet (overtrykk).

Luftskift og luftretning er det viktigste. Trykkforskjeller betyr lite, men man må vite hvilken vei luften går.

Normalt er det tre forskjellige trykk fra isolatet og ut i korridor. Et annet prinsipp som kanskje er rimeligere er å ha trykkforskjellen i slusen. Det brukes i farmasøytisk industri. 20-40 luftskift og overtrykk i slusa. I en kommentar fra deltagerne ble det påpekt at det nok var marginale økonomiske og energiøkonomiske forskjeller mellom disse to løsningene. Det er først og fremst antall luftskift som avgjør både renhet, kostnad og energibruk.

Effekten av filtre ble så kommentert. Filtre skal rense luft som kommer inn i rommet utenfra eller ved gjenbruk. Hvordan de fungerer, avhenger av dimensjonen og av hastigheten på luftstrømmen. De vanskeligste partiklene å fjerne ved filter er de på 0,3 µm. Partikler som er bærere av bakterier og virus er som regel større enn dette, og den viktigste kilden til slike partikler finner man inne i rommet. De kommer fra personer som befinner seg i rommet. Det er ikke slike partikler som kommer utenfra. Altså setter man inn hepafilter uten å trenge det. Du kan si man setter inn filter for å ta små partikler, mens det er kampesteinene som kommer. Så vil noen innvende at virus er små. Det er riktig, men de kommer ikke aleine, de sitter på noe større. Mange helsearbeidere er ikke oppmerksomme på dette, så de krever ofte hepafilter av høy grad uten at det er nødvendig..

Går man inn i en operasjonsstue, vil fortynningseffekten avhenge av luftskift. Antall personer øker antall partikler og luftskift reduserer antallet.[20]Kilden til forurensing i operasjonsstuer er personer som er inne i stua. Under ferdigstillingen av RH testet vi i tomme stuer. Da var alt perfekt. Så testet man det med folk til stede og fikk et annet resultat.

Hva man har på seg har også stor betydning. Vi har resultat både fra gammelt RH med omrøringsventilasjon og fra nytt RH med LAF tak. Ved å gå over fra bomullsbekledning til kunstfiberbekledning gikk antall bakterier i luften ned med henholdsvis 70 % og 81 %. Man kan altså pakke inn bakteriene.

Et annet tiltak er antibiotika. I en stor undersøkelse utført i Storbritannia og Sverige så man på infeksjoner etter innsetting av hofte- og kneproteser med og uten antibiotika for tre typer ventilasjon og bekledning; konvensjonell ventilasjon, ultraren ventilasjon og ultraren ventilasjon der personellet var i spesielle drakter.[21] Med antibiotikaprofylakse ble antallet infeksjoner redusert. Størst var reduksjonen for konvensjonelle stuer. Hadde man en ultraren stue og personellet i drakter, førte ikke antibiotika til en ytterligere reduksjon av infeksjoner.

For RH ble kravet at stuene skulle ha ultraren luft når personalet går i bomullsklær.

Kirurgiske instrumenter kan også forurenses fra luften. I 1976 ble det gjort en undersøkelse. Kirurgiske instrumenter lå på et bord og ble undersøkt hvert 15 minutt. De ble hentet opp med sterile hansker eller med steril pinsett. Med konvensjonell ventilasjon var det forurensning på 53 % av instrumentene som ble tatt med hansker, mens det var 36 % som var forurenset av de som ble tatt med pinsett. Med ultraren luft var tallene henholdsvis 9 % og 4 %. Undersøkelse viste også at hanskene ikke alltid er sterile etter noe tid. Det er mange flater som skal være sterile, ikke bare lufta rundt såret. Det er personalet som er hovedkilden til bakterien, ikke lufta som kommer inn i stua.

Det har vært diskutert i mer enn 20 år om ultraren luft i operasjonsstuer gir færre infeksjoner enn konvensjonell ventilasjon, og meningene er fortsatt delte. I 2001 gikk SINTEF gjennom mange studier omkring infeksjoner i operasjonsstuer og konkluderte med at det ikke var bevist at ultraren luft hadde innflytelse på infeksjonsrisikoen. De revurderte blant annet beregninger av bakterietall i luften i den

[20] Plansje 25
[21] Plansje 27

overnevnte undersøkelsen fra Storbritannia fordi det var brukt logaritmer i stedet for absolutte tall. Da fikk de ikke noen sikker korrelasjon mellom bakterietall i luften og infeksjoner. For stuer med under 300 partikler per m3 fant man ingen sikker sammenheng mellom renere luft og infeksjoner.

Lingaas mener at feilen med dette nettopp var at de ikke forsto nødvendigheten av å bruke logaritmer. Man må ta hensyn til at bakterier telles i form av kolonidannende enheter, og bare er et indirekte mål på antallet bakterier. Det kan være 100 bakterier på en partikkel, bare en bakterie på en annen, men de "teller" like mye når dette uttrykkes som kolonidannende enheter (CFU). Derfor ble det brukt logaritmer, noe det virker som om forfatterne av SINTEF-rapporten ikke har vært oppmerksomme på.

En tilsvarende konklusjon som den SINTEF kom med er også trukket i Danmark. Derfor mener noen at penger til LAF tak og tilsvarende tiltak ikke er nødvendig. I England sier de noe annet. Der mener man en konvensjonelt ventilert operasjonsstue må ha 25 luftskift i timen og at det bør være under 10 CFU per m3 i ultrarenene stuer. Med LAF tak presses luften ned og utover og blir borte fra operasjonsområdet. Når man måler, er det en fordel å måle på flere punkter samtidig ved såret, assistansebordet, reserveinstrumentbordet og utenfor LAF taket.

På dette området er det litt tro og innlederen erklærte at han tilhører den trosretningen som mener det er behov for ultraren luft i en del operasjonsstuer for å unngå infeksjoner.

Som en kommentar til at det er en del litt raske konklusjoner på dette området ble det vist til det norske leddregisteret i Bergen. Der går det fram av en undersøkelse at antallet infeksjoner er høyere der det opereres under LAF tak enn der det ikke er slikt tak. Men det er grunn til å tro at ikke alle de som rapporterer at de har LAF tak faktiske har dette.

I en spørreundersøkelse om ventilasjon i operasjonsstuer som Lingaas utførte i 2010 til sykehus i Helse Sør-Øst som utfører ortopedisk kirurgi var det svar fra 35 operasjonsstuer. Stuenes størrelse varierte fra knapt 20 m2 til 55 m2. 11 svarte at de ikke hadde LAF tak og 24 sa de hadde LAF tak. Men på bakgrunn av de opplysninger som ble gitt om luftmengder, kunne det beregnes at de fleste som mente de hadde LAF-tak ikke hadde ventilasjon som tilfredsstiller kravene til dette. Bare 2 av 22 operasjonsstuer der det var oppgitt opplysninger hadde en lufthastighet fra taket på mer enn 35 cm per sekund, som er kravet for et LAF-tak.

Så etter en vurdering av alle svar som ble gitt syntes det som det bare var 2 som kanskje hadde LAF tak i henhold til kravene og ikke 24. Så konklusjonen er igjen at brukerne har lite kunnskap om miljøet de arbeider i.

Det er avgjørende at lufthastigheten er høy nok. Det ble vist til et sykehus i vårt område som nettopp hadde byttet ut alle sine hepafilteret, men der luftmengden er for liten til å oppnå et lavt nok partikkelnivå. Et kostbart tiltak uten effekt.

Hva så med det gode og gammeldagse? Kan man ikke bare åpne dører og vinduer i stedet for å bruke avanserte luftsmitteisolater? Det er studert ved CO2 målinger og man fant at ved å åpne vinduet oppnådde man 28 luftskift i timen.

Det siste han ville gå inn på var UV-bestråling av øvre del av rommet, såkalt "upper room UVC". Dette har de senere årene vært på fremmarsj, både i en rekke ressursfattige land og også i USA. Det er ganske effektivt mot luftbårne bakterier, baserer seg på naturlige luftstrømmer og er ganske rimelig. Effekten påvirkes av luftfuktighet. Det er mindre effektivt i tropiske områder enn i Norge om vinteren. Bruken av UV-stråling tilsvarer omtrent 20 luftskift.

Det har vært flere hendelser med skader av UV-belysning. Det må monteres riktig så den stråler oppover, over hodene på de som er til stede i rommet. Homeless shelters i USA benytter det. På spørsmål svarte Lingaas at han ikke trodde det medførte noe ozon-problem.

4.3.1 Diskusjon, luft, smitte, ventilasjon

Det er 3 faktorer man må se på: partikler, infeksjonsrate, teknologi. Hvis man bare ser infeksjon opp mot antall partikler er det så godt som umulig å komme med et absolutt svar. Infeksjonsrisikoen ved

hofteoperasjoner er 1-2 %. Skal man teste ut ulike løsninger må man ha 10 000 pasienter i et kontrollert forsøk. Da engelskmennene laget sine veiledere tok de utgangspunkt i en infeksjonsrate på 3-4 %.

Det må hele tiden repeteres og presiseres hva man er ute etter.

- For å få rene rom operasjonsstuer må man fjerne bakterier.
- For isolater gjelder det å verne andre. Man har et fortynningsbehov. De som er nærmest pasienten er mest eksponert. En del husker ikke det.
- Den som skal skifte vifta på taket har ikke noe risiko i det hele tatt. Risikoen er mikroskopisk.

Man mente utforingene med varmegjenvinnere var overeksponert. Det bør bli mer bruk av roterende varmegjenvinnere i sykehus, selv om det vil være en del usikkerhet om noe av lufta kan lekke over?

Når det dreier seg om filtrering av luft inn i rom, snakker vi om store partikler. Da er det ikke behov for avanserte hepafilter. I en operasjonsstue er det ikke behov for hepafiltre.

Avfukting og fukting er det vanskeligere å ta et tydelig standpunkt til.

For isolat må man være ganske sikker på at filtrene fungere hele tida. Her må det være mulig å øke viftearbeidet for å sikre området.

I noen tilfelle praktiseres det å stenge ventilasjonen når man skal behandle en infisert pasient, for at bakteriene ikke skal ut i kanalene. Dette er helt feil. Da eksponerer de personal og pasient mye. Et sentralt norsk sykehus har hatt en slik praksis.

Det er forsøkt å bruke fortrengning (Lindquist) på operasjon, men det viste seg ikke så effektivt. Det ble fort turbulent. Fortrengningsventilasjon i isolater og operasjonsstuer var man skeptisk til. Skal man oppnå en hastighet på 0,3 m/s krever det så store luftmengder at det ikke kan gjøres med fortrengning. Det er foretatt målinger som viser at man med en lufthastighet på 28 cm/s ikke oppnådde den ønskete renheten, man måtte opp i 35cm/s for å få effekt. Forsøk på å underkjøle og da ha lavere fart synes ikke å være en god løsning.

I venterom og tilsvarende kan kanskje fortregningsventilasjon fungere.

Utstyret inne i rommet gir utfordringer. Det ble vist til muligheter for operasjonslamper som er intelligente. Hybridstuer med angio og mye flytting av utstyr er utfordrende.

5 Sluttdiskusjon

Resultatene av dette seminaret skal tas med i det videre arbeidet med prosjektet Lavenergisykehus. Nå går man inn i en fase der det skal settes opp et modellsykehus hvor man kan variere ulike parametere for å se hvilken effekt det har på energibruken. Da vil kunnskapen som er kommet til prosjektet gjennom seminaret være veldig nyttig. Når det skal bygges opp et modellsykehus vil man ta utgangspunkt i tre hovedtyper. Disse er:

- Glassgatesykehus slik som RH og Ahus
- Monosykehus slik som nåværende Drammen sykehus eller Rikshospitalet i København
- Sentermodellen/ paviljongmodellen slik som på St. Olav og til en viss grad Ullevål sykehus

Man vil da også se om det kan det ha noen effekt på energibruken hvilken hovedmodell man benytter, eller om det ikke har noen vesentlig betydning.

En runde med deltagerne ga disse oppsummeringene av seminaret:

Så langt er ikke "evidence basert design" benyttet når man velger ventilasjon. Man bør ta det som et slagord. Man bør videre avmystifisere sykehus. Alle rom er ikke livskritisk. Det må foretas riktig design for riktig funksjon.

Det er for ofte slik at de som har kunnskap om sykehuset og som vet hvor skoen trykker ikke trekkes inn av de som skal designe løsningene. Det er for liten vilje til å investere i den kunnskap man har og det blir ikke brukt mye tid på den framtidige driften. Noen helhetlig plan finnes vanligvis ikke og det er lite benchmarking. Videre sammenligner man aldri det samme. Sykehus og funksjoner er forskjellige.

Tidsfaktoren er en utfordring. Fra du starter å prosjektere til sykehuset tas i bruk går det 7-8 år. Det skjer utvikling i den perioden. Da lyskultur i Ahus ble besluttet fantes ikke LED.

For en del løsningers del kreves det energi to ganger. Først til lys og så for å ta bort varmen som genereres. Ahus sine lamper er ikke mulig å bygge om. Skal man skifte må man skifte alle. Det vil ikke skje i løpet av 10-15 år og da er det antagelig kommet ny teknologi, LED er ikke lenger det som anbefales.

Det virker som arkitektene har lite kunnskap om energi og tekniske løsninger.

Når man nå skal ta med seg kunnskapen fra seminaret til å arbeide med å simulere løsninger i et modellsykehus vil det bli viktig å finne fram til endringer man har tro på kan gi et målbart resultat. Det må bygges opp en teori for et slikt modelleringsarbeid.

Ved prosjekteringen av RH ble det et slagord at først må det virke og så kan man spare. De funksjonelle kravene er ganske konkrete og omfattende. De må derfor komme først. Man må komme med konkrete innspill til de funksjonelle kravene og komme fram til en enighet om hva som må oppnås. Når spriket er stort havner man fort på øverste hylle. Forskriftene hjelper oss litt på vei. Hvis ventilasjonsanleggene kan gjøres mer styrbare i forhold til behov og man oppnår en god byggekvalitet i form av isolasjon og avskjerming, kan det legges mer penger i styring og ha samme kostnadsbilde.

Fjernvarme er mye brukt på Ullevål, så da er det belysning vi står igjen med. Aktiviteten styrer og bør være styrende. I dag blir lyset stående på døgnet rundt selv om det ikke er aktivitet. Man må i større grad ta i bruk koblingsur, dagslysdetektering og bevegelsesdeteksjon. I deres glassbruer slukker lyset etter to minutter, men midt på natta trenger ikke alle lamper å tenne. Det samme gjelder korridorer og tekniske rom. Det er en utfordring i tekniske rom. Arbeider man skjult for detektoren kan det bli mørkt for den som arbeider. Man må få med flere som kan snakke om dette, da vil det skje noe.

Det er positivt at det flyttes fokus til driftsfase. Man bør se på muligheten for færre hepafiltre, færre luftskift. Da vil vi være på en trend som går litt tilbake i tid og det vil gi billigere bygg å drifte. Vi må ikke glemme energioppfølging. Det må legges godt til rette for det med en gang.

Det er mange som hevder at 0,25 m/s er tilfredsstillende fart på luftstrømmen inn i LAF tak, mens det er vist at det må være 0,35 eller 0,40. Det bør være en standard på dette. I for stor grad blir bygg bare overlatt til driftsorganisasjonen. Man får det i fanget og kaster bort energi de 3 første årene for å lære bygget. Utbygger skulle vært mer tilgjengelig i en overgangsfase. Planlagt prøvedrift blir ofte spist opp av byggeriet som ikke er helt ferdigstilt. I sikkerhetskabinetter er en hastighet på 0,40 m/s standard, og det er jo en LAF strøm.

Da man snakket om et nytt Follosykehus ble det vurdert at utbygger skulle drifte i 5 år, og at de skulle dokumentere sine løsninger. Ingen entreprenør fikk lov til å bære risikoen som lå i det elementet. De var ikke interessert i en slik modell.

Seminaret bekrefter at sykehus er komplisert. Ingen faggrupper har en samlet oversikt og det er unikt for bygg. Det fører til mye irrasjonelt. Mye ny kunnskap er presentert, spesielt omkring spesialrom. Man bør se på sykehus slik man nå en periode har sett på skolebygg. Man bør finne noen pilotdata for å bestemme hva vi skal se etter. Eierne bør ha forsvarlige vedlikeholdssystemer så Arbeidstilsynet kan ta stikk kontroller. Det bør lages en spesifikasjon som kan sjekkes. Det må bygge opp evidence based design, på smitte, helse osv. Det sløses mye med energi. Regelverket er ikke utviklet godt nok. Vi har ikke kunnskap om hva som virker godt nok. Hadde vært fint om det ble bygget opp et kompetansenettverk rundt dette. Det er et stort problemkompleks som ledelsen i Arbeidstilsynet kan ta opp med andre tilsyn som arbeider med bygg eller virksomhet i bygg. Det er så mye dokumentasjon om at det skjer ting som er urasjonelt på norske sykehus. Man må kommunisere bedre med beslutningstakere om hvor viktig den tekniske driften og spesifikasjonen er.

Viktig å konsentrere seg om hva som har mest effekt. Hva er kravene til temperatur? Er oppblomstringen av legionella et uttrykk for at norske baderom er blitt så varme. Det er noen pasienter i sykehus som må ha litt varme, og det finnes noen krav, men kan vi senke temperaturen uten at det har noen konsekvenser. Et sted har det konsekvenser. Gamle mennesker som er engstelige blir kalde. På operasjonsbordet kan det

bli for kaldt, slik at man må varme opp pasienten. De ansatte kan imidlertid ta med seg litt ekstra klær. Dette med å holde en lavere temperatur gjelder da om vinteren. Sykehusbekledning er tynne saker. Kan ha på oss varmere klær om vinteren.

Ved lysverket i Bergen hadde de en kampanje der de tok på seg klær. I Japan er det nå store prosjekter for å slutte at folk har på dress. Der er problemet at det kan bli for varmt. Ved å kunne tåle høyere temperaturer kan man senke kjølebehovet. Man må tenke slik også. Det er ikke bare teknologene som skal løse dette.

Viktig med evidence based beslutninger. På sikkerhetssiden er det for mange som har for lite kunnskap. Når man ikke står overfor flyktige bakterier kan man bruke romluft om igjen. En del planlegging tar utgangspunkt i hendelser som er veldig sjeldne og lager systemet som skal takle dem når de kommer, kanskje hvert 4de år, en gang. Det ble også påpekt at Arbeidstilsynet ikke alltid syntes å basere sine konklusjoner på evidence based kunnskap. Er mugg i dusjen farlig? Estetisk er det ikke pent, men det er ikke farlig. Det er en følelse av at en del funn blir overdrevet. Det gjelder for så vidt også brannsikkerhet også. CO2 nivåer innendørs misbrukes.

Det er nok mange av kravene i normer som ikke er godt nok dokumentert. Det er behov for mer kunnskap. Fuktskader er det ikke lov å ha. Mange får helseplager av det. Det gjelder da ikke alle svarte flekker, men det må tas på alvor. I forhold til de store verdiene som er i bruk har vi behov for gode vedlikeholdsplaner.

I diskusjon med de ansatte må ingeniørene stille kritiske spørsmål når medisinere og annet helsefaglig personell blir vel dramatiske i sin beskrivelse av konsekvenser om de ikke får det slik de vil. En overlege kan nødvendigvis ikke så mye om dette.

Når vi har kontroll på bygget og på ventilasjonen, da gjenstår en presis beskrivelse av funksjonen. Hvor og hvordan besluttes det. Det bør gjøres tidlig, og da veldig tidlig, helst i idéfasen. Da må man ha kunnskap om funksjonen. Det blir for snevert bare å se på teknologisiden.

Det er viktig å gjenta at et sykehus ikke er ett sykehus, men mange forskjellige funksjoner og noen ganger forskjellige bygg. Det brukes ikke 24 timer 7 dager i uka. Ved å bruke klassifikasjonssystemet for sykehusareal ser vi at omkring 50 % av arealet benyttes av funksjoner som er i virksomhet 8-16, trivielle funksjoner. Alle spesialrommene ser man på og da ser det veldig vanskelig ut. Om man ser på en vanlig sengepost blir det ikke fullt så vanskelig. Dette bør sorteres på et tidlig tidspunkt og så legge opp planene etter det.

I litt for mange tilfeller startes det med sparingen og så må noen areal kjempe seg ut av sparinga. Om man heller starter med funksjonene og så beregnet hva man hadde midler til vil det bli bedre løsninger. Et isolat bør være et isolat og man bør være sikker på at det er det.

Flere støttet synspunktet om at mye av det som er tatt opp i seminaret burde være inne i en veldig tidlig fase i planleggingen av sykehusbygg. Da kunne man sette seg ned med tverrfaglig kompetanse og gi gode retningslinjer. De driftsansvarlige bør da også være med tidlig.

Driftsenhetene ved dagens sykehus har nå gjennomgående mer kompetanse enn for 20-30 år siden. Det bør derfor være et godt grunnlag for å ta dem med i den tidligste fasen.

Hovedperspektivet er at 10 % av offentlig bygningsmasse er helsebygg og at de bruker dobbelt så mye som de andre. 20 % av energiforbruket i offentlig bygg står derfor helsebygg for. En 50 % reduksjon av energibruken er mulig uten å gå på tvers av sykehusets funksjon. Viktige tiltak er:

- Behovsstyring og integrasjon.
- VAV er ikke bare vav. Bør ha enkle styringsmuligheter, da er det lettere å kontrollere.
- Kjøling og varme må spille sammen. Man må bruke overskuddsvarmen fra kjøling på riktig måte.
- Man må se på temperaturnivået. Kan bruk av varme og kjøling reduseres?

- Det må legges opp et system med energimåling. Når man skal gå etter et bygg i dag må man foreta for mange beregninger fordi det ikke er lagt til rette for målinger. Elektrisk og termisk må deles i funksjonsarealer, blokker og bygg og utstyr må tas for seg.

Brukere tar for ofte på seg belter og bukseseler og den rådgivende bransjen er ikke god nok til å få en bedre balanse i tiltakene. Av 200 er det kanskje 20 som har vært borte i sykehus og de er redde for å gjøre feil og da har man to aktører som drar i feil retning. Det må etableres en sterkere egen kompetanse i helsebygg. I byggorganisasjonen til NØS sitter det heller ikke mange med sykehuserfaring. Det blir da mye opp til organisasjonen hvor flinke de er til å søke råd fra andre.

Helt ned i de små beslutningene brukes det for mye energi. Mange kjører autoklavene for lenge, 7 min i stedet for 4 min. Vaskemaskinene kjøres også gjennomgående for lenge. I noen land er man begynt å vaske tekstiler i kaldt vann.

En utfordring er at sykehusledelsene ofte har kort fartstid og veldig lite kunnskap om disse sidene av sykehusdriften. Etter å ha vært ansatt 12 år i Ahus har man opplevd 7 administrerende direktører og 5 hygieneoverleger. De har ingen historikk for hva det er bygd som. Det merkes. Samme erfaring har man fra OUS. Man ser bare rommene og ikke hva de har vært brukt til. Manglende forståelse for det skaper problemer.

A Vedlegg

Deltagere

Navn	Firma
Kåre Kallmyr	Norconsult
Johannes Schäfer	NSW
Jon Arne Bjerknes	NSW
Sigmund Stikkbakke	HSØ RHF
Asmund Myrbostad	SINTEF
Knut Jonassen	Sykehuset Østfold
Øyvind Olsen	Sykehuset Østfold
Trond Thorgeir Harsem	Norconsult
Vladyslav Shchuchenko	Norconsult
Mads Mysen	SINTEF
Robert Martinez	Norconsult
Alf Jørgensen	Ahus
Øystein Fjellheim	GK
Espen Aronsen	GK
Elisabeth von der Lippe	OUS
Frank Engen	Prosjektet nytt Østfoldsykehus
Trine Chr Helgerud	Ahus
Arild Mathisen	Ahus
Anne Lise Fjellet	OUS
Gunnar Rolland	OUS

Innledere:

Thomas Magnusson	OUS
Morten Uv	St Olav
Egil Lingaas	OUS
Tarald Rohde	SINTEF
Jan Gunnar Skogås	St Olav
Janne Grindheim	Norconsult
Bjørn Mordahl	Norconsult
Jan Vilhelm Bakke	Arbeidstilsynet

B Vedlegg

Dagsorden

Tidspunkt kl	Emne	Innleder
0900	Om hensikten med seminaret	Tarald Rohde, Lavenergiprosjektet og SINTEF
Tema 1: **Hvordan stemmer faktisk bruk med programmerte krav og forutsetninger? Erfaringer fra Rikshospitalet og St. Olav**		
0915	Erfaring fra Rikshospitalet	Thomas Magnusson, driftssjef Oslo Universitetssykehus
0945	Erfaring fra St Olav	Morten Uv, St Olav
1015	Diskusjon	
1100	Kaffepause	
Tema 2: **Muligheter for energioptimale løsninger for ventilasjon og belysning når det tas hensyn til variasjonen av brukerkrav og tilstedeværelse i et sykehus**		
1120	Løsninger for belysning	Janne Grindheim, Norconsult
1140	Løsninger for ventilasjon	Bjørn Mordahl, Norconsult
1200	Diskusjon	
1245	Lunsj	
Tema 3: **Utfordringer for arbeidsmiljøet og forsvarlig medisinsk virksomhet.** **Hva må kreves av et sykehus for at måloppnåelsen for de enkelte funksjoner skal nås?**		
1345	Hvordan vil en framtidig operasjonsstue se ut?	Jan Gunnar Skogås, daglig leder Framtidas operasjonsstuer St. Olav
1405	Helseforetakene er verst på inneklima og arbeidsmiljø	Jan Vilhelm Bakke, overlege Arbeidstilsynet
1425	Ventilasjon og arbeidsrutiner som smittforebyggende tiltak	Egil Lingaas, leder avdeling for smittevern
1445	Diskusjon	
1545	Pause	
1600	Plenumsdiskusjon som behandler hovedspørsmålet: Hvordan få til energioptimale løsninger når man skal ta hensyn til arbeidsmiljø og funksjonskrav. Hvordan er balansen mellom tekniske løsninger og arbeidsrutiner?	
1800	Avslutning	
1830	Middag	

C Vedlegg, Innledernes plansjer

Arbeidsseminar/ workshop

Energieffektive måter å oppnå funksjonskrav for sykehus

Tema 1:

Hvordan stemmer faktisk bruk med programmerte krav og forutsetninger? Erfaringer fra Rikshospitalet

Thomas Magnusson

Leder virksomhetsområde Teknisk, Oslo sykehusservice,
Oslo universitetssykehus HF

Bilde av Rikshospitalet

Hospitalets størrelse, den gang

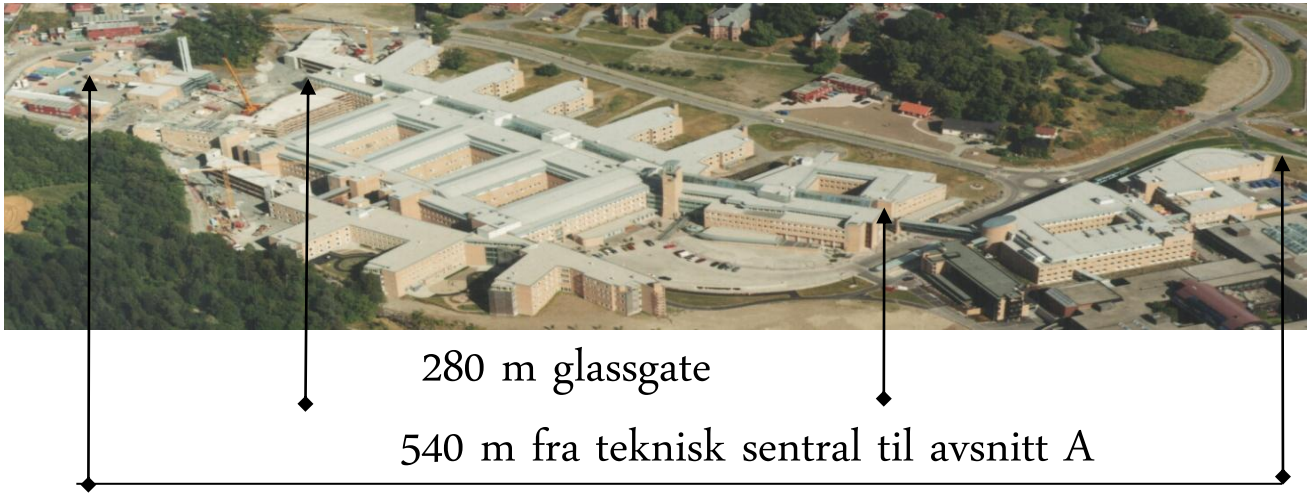
- 195.000 kvm. inkl. sykehotell med 90 rom
- Totalkostnader bygg og utstyr m lag 6 mrd. kr
- Ca. 3700 sykehusstillinger + UiO-personell
- Ca. 580 senger
- Ca. 40.000 innlagte og dagpasienter
- Ca. 130.000 polikliniske konsultasjoner

Fleksibelt

- Terrengtilpasning (6 lave bygningsavsnitt)
- Nabotilpasning i takhøyde, form og fasade
- Fleksibilitet (tilrettelagt for endringer i størrelse og organisering)
- Menneskelig målestokk
- God kommunikasjon
- God tilgang til dagslys

Energiforbruk, et regnestykke

- Ca. 195.000 m²
- Totalt, normalt energiforbruk i 2009. Ca. 75 GWh
- Dette tilsvarer ca 385 kWh/ m²



Glassgata

15 meter høy og 280 meter lang temperert sone

Hva skjedde videre?

- Planleggingsstart i 1989
- Valg av utbyggingsløsning i 1990
- Hovedfunksjonsprogram og generalplan i 1991
- Utbyggingsvedtak i Stortinget i 1992
- Byggestart i 1994
- Innflytting i 2000

- Byggestart

Vedtatt til våren 1993. Dette ble utsatt ett år på grunn av forsinket reguleringsbehandling.

- Framdriftsplan

Første framdriftsplan forutsatt start med råbygg juni 1994 og avsluttet innflytting i oktober 1998.

- **Mai 1997**: Opprinnelig
- ferdigdato opprettholdt.

- **September 1998**: Avsluttet flytting satt til juni 1999
- **Januar 1999**: Sykehotellet tatt i bruk
- **April 1999**: Avsluttet flytting satt til november 1999
- **Desember 1999**: Avsluttet flytting satt til **juni 2000**.

- Rådgivergruppen ute i deler av prosjektet.
- Teknisk koordinator/ 3. part kontroll måtte hjelpe til med å funksjonsteste og godkjenne ferdigstillelse
- Deltagelse fra driftspersonell begrenset

Utvidelsesmuligheter / Utbygging /Endringer

- Før innflytting ble tre bygg utbygget (C6, D5/6 og E3)
- Utvidelse sykehotell (H)
- Nytt foreldreovernattingsbygg (E4)
- Nytt bygg for PET-skanner (D7)
- Frakoblet energiforsyning til UiO-bygget
- Utvidet kjølekapasitet
- Utvidet datarom (SHKR 2)
- Utvidet reservestrømsforsyning

Hva er programmert for Rikshospitalet

Energieffektive måter å oppnå funksjonskrav for sykehuset

- Programmerte krav ikke kjent av driftsorg. i detalj
- Programmerte forutsetninger ikke kjent av driftsorg. i detalj

Solavskjerming

Kjøletårn

Teknisk forsyning

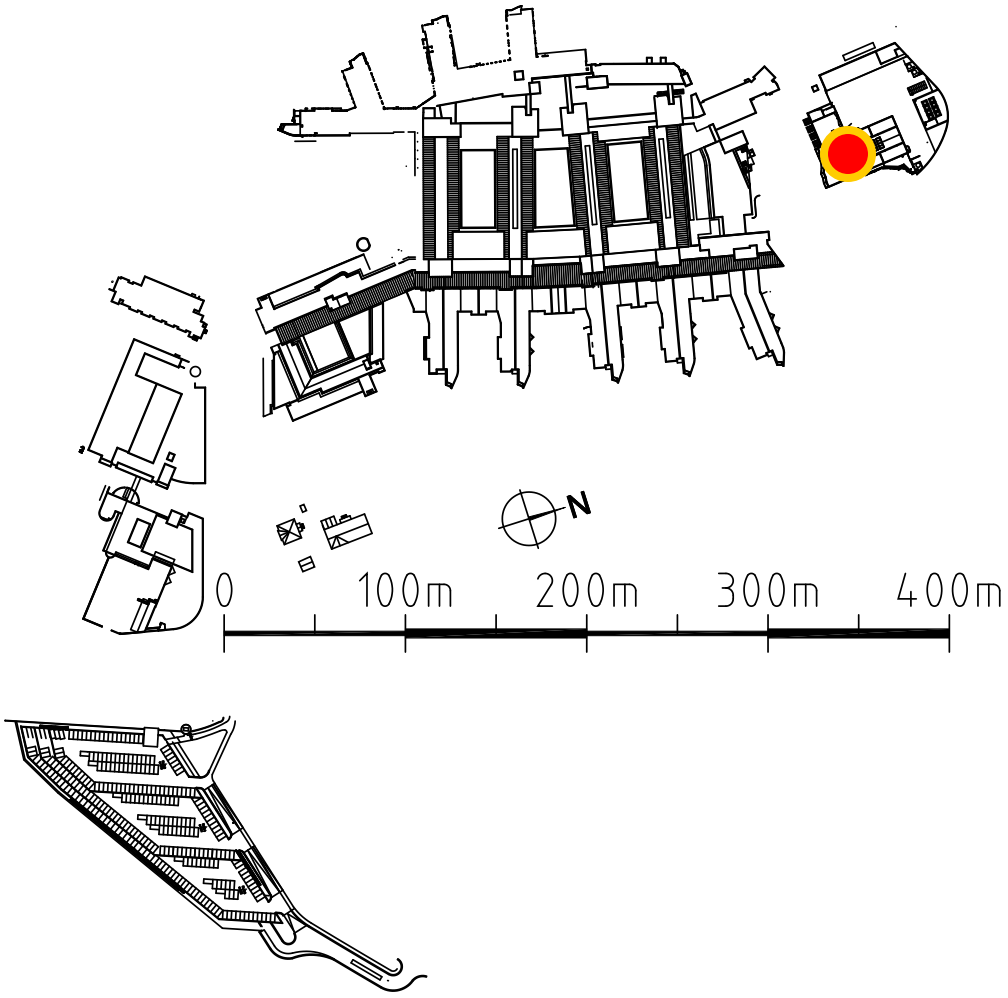
Sentral levering av:

Varme og damp

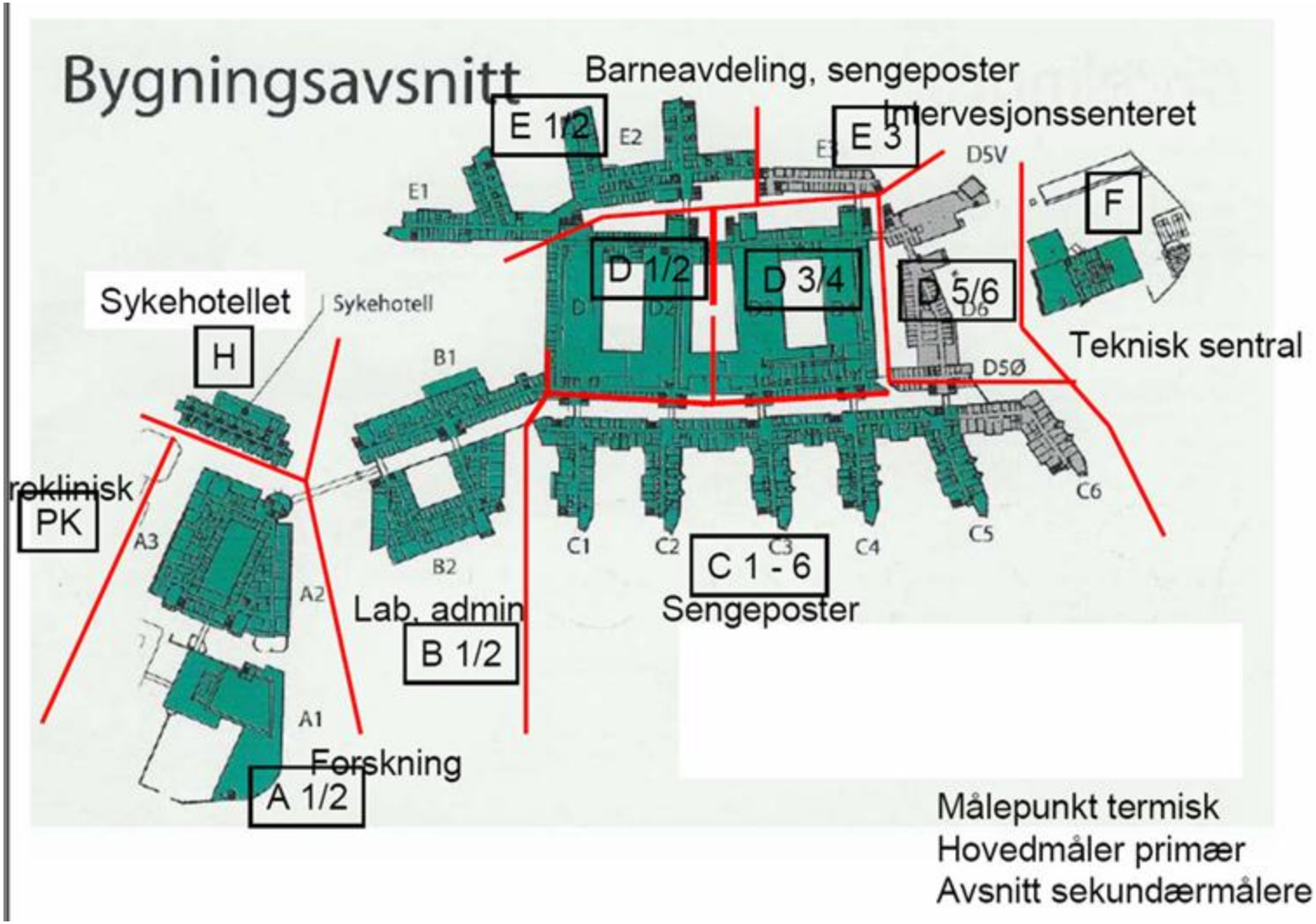
Isvann

Oksygen, lystgass (N_2O)

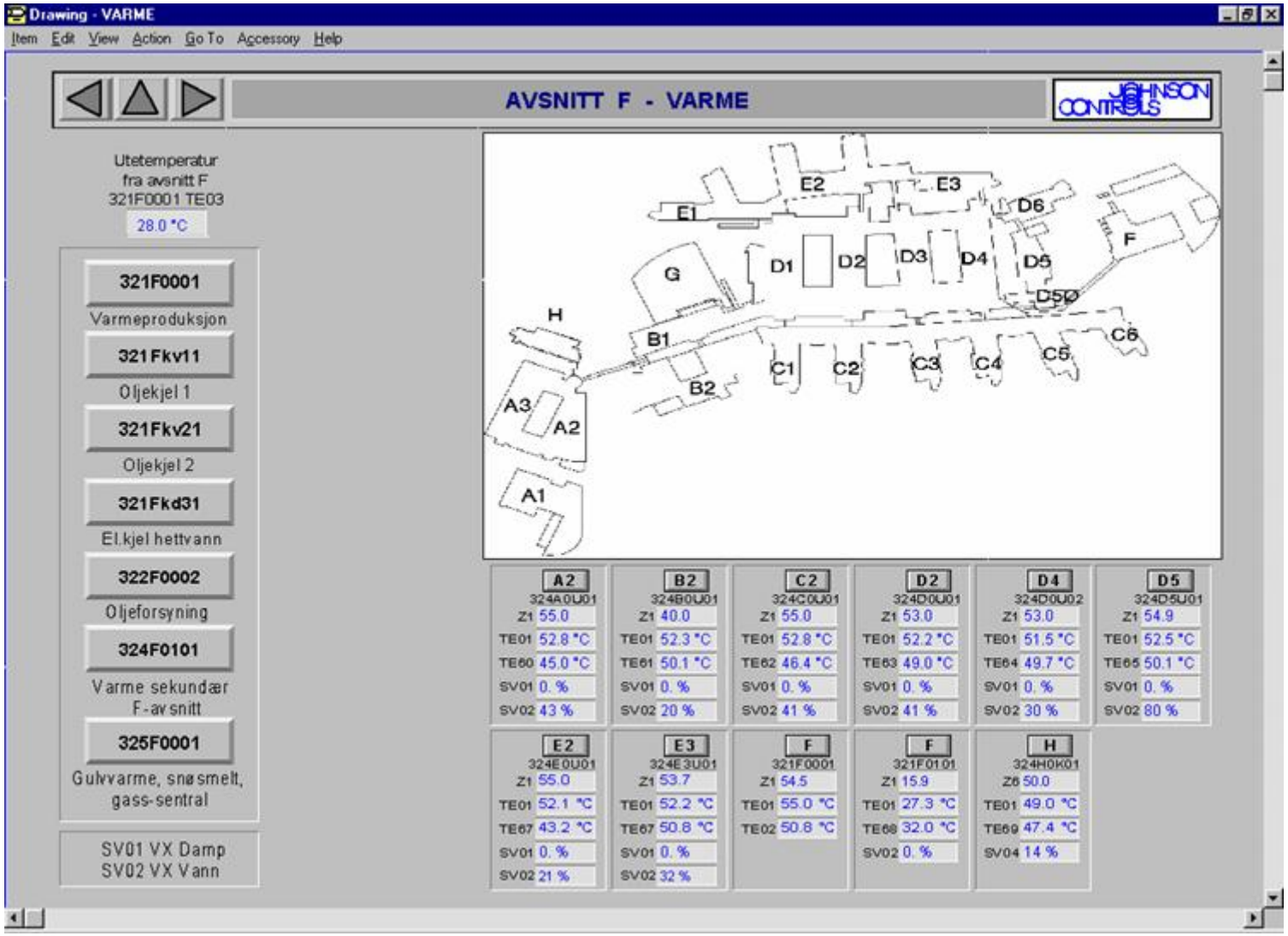
Trykkluft



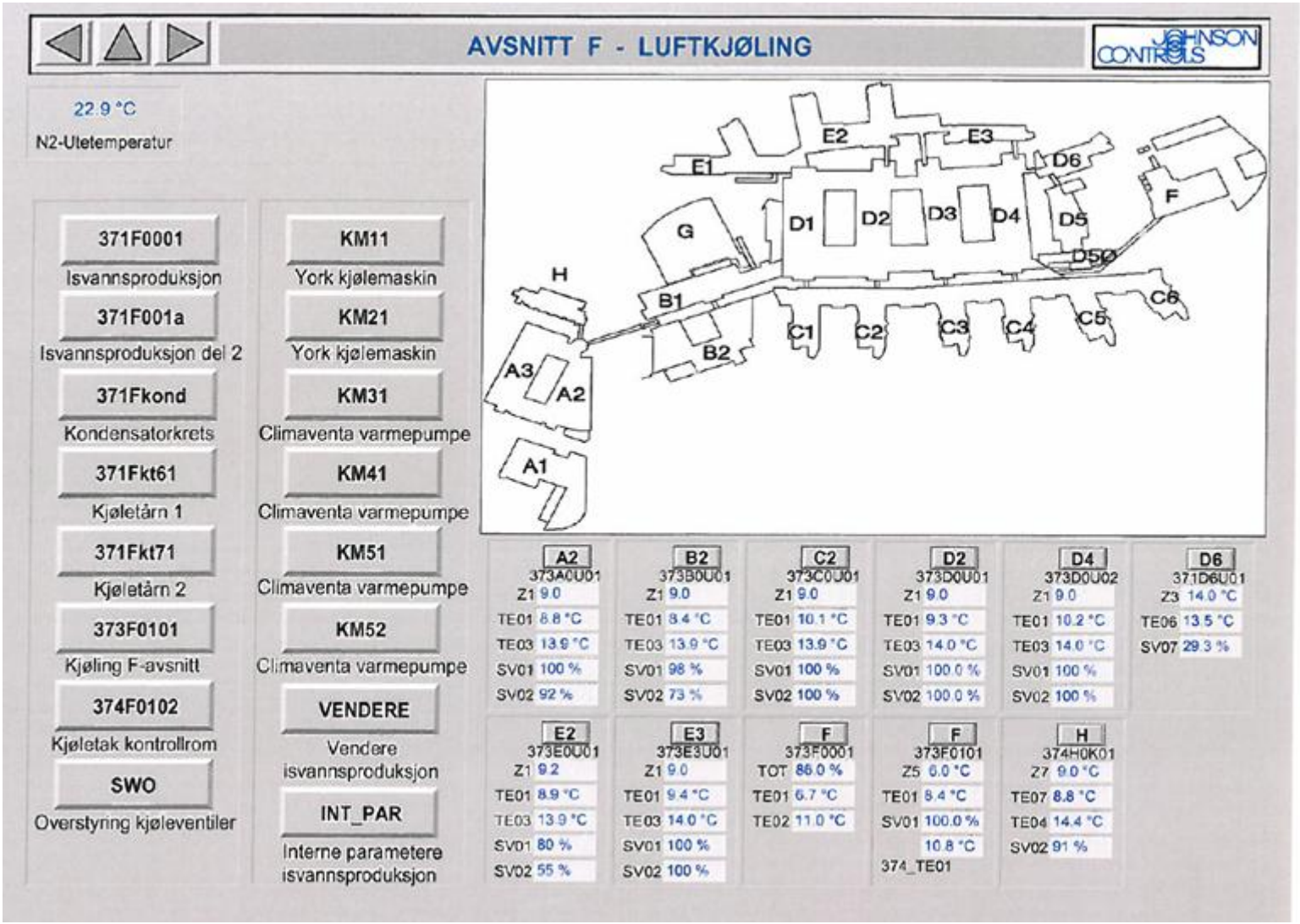
Energiblokk, termisk (VVS)



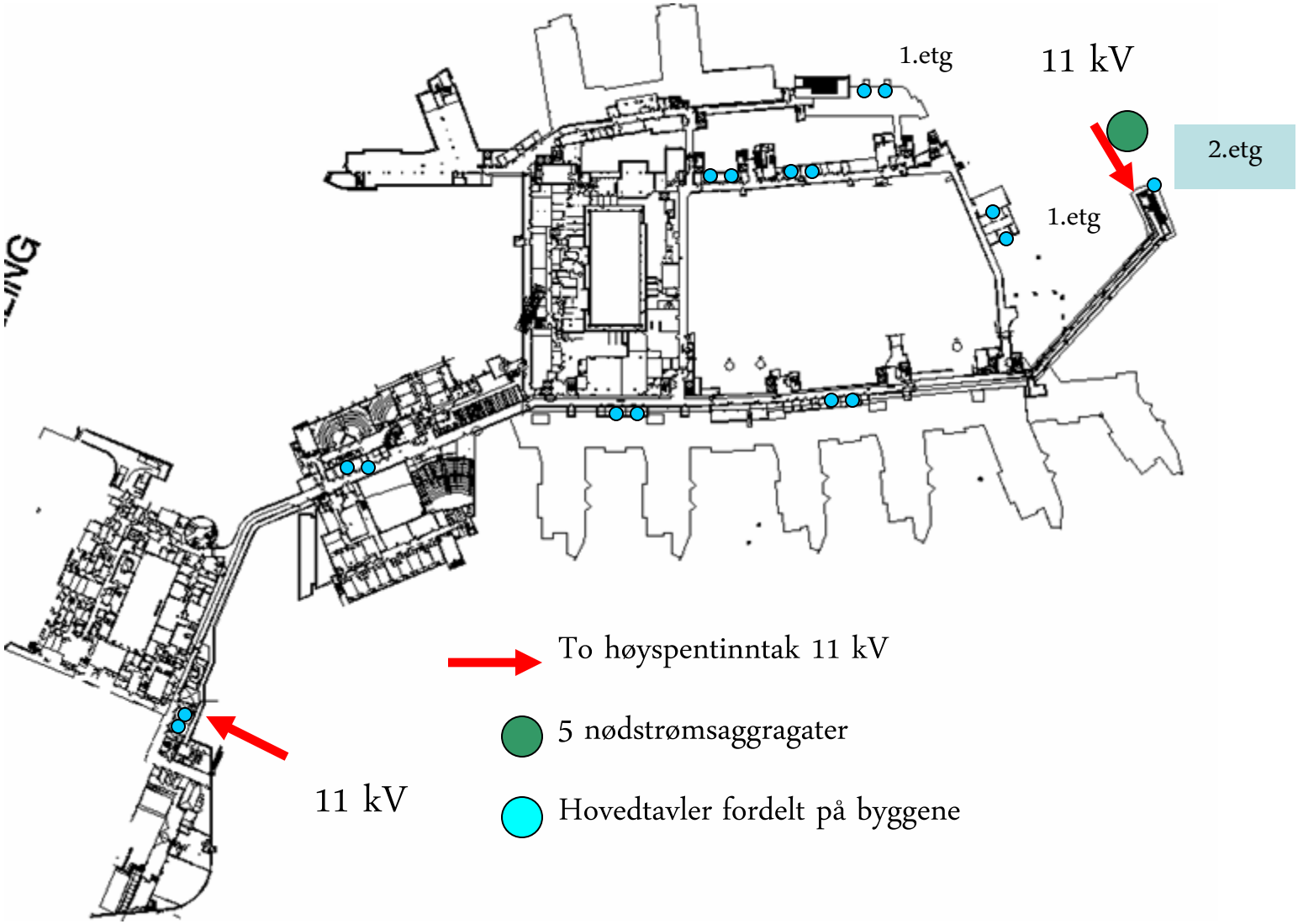
Oversikt varmeanlegg og belastning



Kjøleanlegg, fordelning og status



Strømforsyning, U. etg

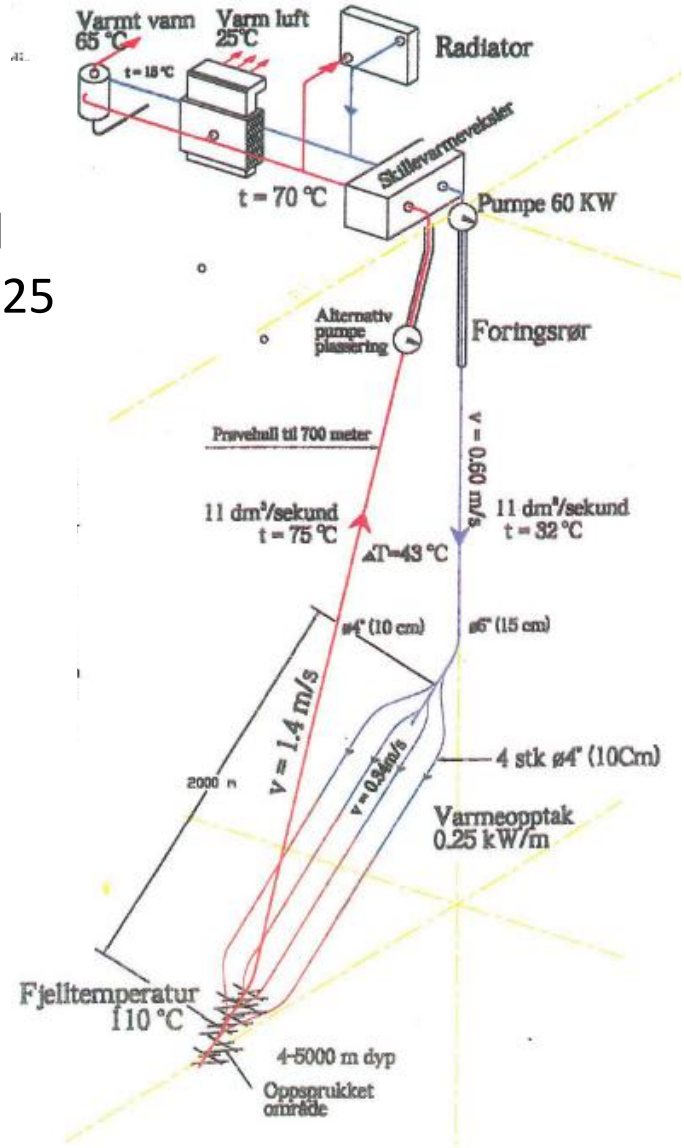


Energiblokk, elektro

Mulighet og forutsetning for geovarme

”Geotermisk energi kan være økonomisk konkurransedyktig i Norge. På det nye Rikshospitalet på Gaustad i Oslo er det boret hull til 705 m, vertikalt 660 m. Temperatur er målt til 25 ° C korrigert for istiden, og kjerneprøver av berggrunnen er hentet opp.
Berggrunnens termiske varmeledninggsevne er viktig for hvor mye varme som kan tas ut.
Foreløpige beregninger indikerer at geotermisk energi i Norge kan koste ned mot 10 øre/ kWh.”

Norsk Energi 2/98



Geovarme, rapport 2004

Et geoenergi-anlegg ved Rikshospitalet vil etter alt å dømme være en svært lønnsom investering, i tillegg til miljøgevinsten som oppnås ved at oljeforbruket kan reduseres. For et så stort energiforbruk som Rikshospitalet representerer kreves det store arealer for etablering av energibrønner. Mye tyder på at det er begrensninger på egnet/tilgjengelig areal som også begrenser hvor stort et geoenergi-anlegg ved sykehuset kan bli. Med de antatte egnede arealene vil anlegget totalt sett allikevel bli betydelig i størrelse (Europas største), og besparelsene i driftskostnader kan bli på over 5,5 millioner kroner pr. år.

Et geoenergi-anlegg kvalifiserer til økonomisk støtte fra Enova SF, og med antatte behov for investeringer vil merkostnaden være inntjent i løpet av ca. 5 år.
For å oppnå et godt geoenergi-anlegg er det imidlertid svært viktig at det legges en helhetlig strategi for energisystemet ved Rikshospitalet. Det er viktig at alle forhold rundt oppvarming, kjøling, temperaturnivåer, øvrige energikilder, osv. kartlegges grundig. I tillegg er det av største betydning at prosjektering og utførelse av et evt. geoenergi-anlegg utføres av kompetente miljøer, med erfaninger fra tilsvarende prosjekter.

Erfaringer

- Sykehuset var ikke klart til å drifte og man trengte mange år på å optimalisere driften
- ENOVA/ ENØK prosjekt fra 2004
- Energiblokker som ikke er overens i forhold til termisk og elektrisk energi
- Fleksibelt innredet, men ikke med tanke på teknisk infrastruktur.
- Rene funksjoner (kontor, sengerom) ble endret til blanding av isolat, sengerom, møterom osv.
- Reservekapasitet brukt opp før innflytting. Midlertidig løsninger. Dyr drift.
- Endringer kan kreve nye anlegg og systemer
- Utvidelse av SD anlegg med 80 % nye punkter

Erfaring tilpassing

- Behovsstyring (lys, ventilasjon, varme og kjøling)
- /Utfordring/vanskelig å få i gang energioppfølgingsprogram
- Mange avhengigheter for å få endret anlegg og systemer. Data, telefon og adgangskontroll.

Erfaringer 2

- Arkitektoniske løsninger gir utfordringer teknisk. Små luftinntak. Snøinntrengning. Flate tak
- Kuldebroer
- Vannlekkasjer i fasader
- Trevinduer istedenfor vedlikeholdsfrie vinduer
- Enkel solavskjerming – store utfordringer
- Lysstyringsproblematikk
- Eget nettverk for sentral driftskontroll. Tilpasningsvennlig. Brukervennlig.
- Kondensproblematikk kjøle- og fryserom

Luftinntak til operasjonsaggregater

Sånn har det blitt

- Redusert bemanning gir mindre tid til driftskontroll
- Begrensede resurser til å gjennomføre tiltak som er driftteknisk bra
- Begrensede øk.midler til å investere når oppnådd levealder inntreffer
- Begrensede øk.midler til å investere i infrastruktur vedi utvidelser
- Begrensede resurser/midler til å dokumentere endringer
- Endret reguleringsstrategi på ventilasjon og bruker kjølegjenvinning om sommeren
- Etablert / komponert styringssystemer for å koble bort uprioriterte anlegg, sommer og vinter.

Hva kan man gjøre / noe vi har gjort for å spare energi?

- Geo- og bergvarme
- Endre driftstider
- Varmegjenvinning
- Komplettering solavskjerming
- Koble ut snøsmelteanlegg
- Produsere eksternt (mat, vask og medisin)
- Kjølegjenvinning
- Aktiv lagring av varme og kjøling
- Reguleringsstrategi
- Optimal driftede anlegg (innregulering, styring)

Brukes arealene slik de er tiltenkt?

Morten Uv

Seksjonsleder St. Olavs Hospital

ST. OLAVS HOSPITAL
UNIVERSITETSSYKEHUSET I TRONDHEIM

ST. OLAVS HOSPITAL
UNIVERSITETSSYKEHUSET I TRONDHEIM

Inneslutningsnivå 3 og andre spesialrom

- Brukes arealene slik de er tiltenkt og bygd?
  - I all hovedsak brukes installasjonene slik de er tiltenkt.
  - Laboratoriesenteret har 8 laboratorium med inneslutningsnivå 3. 3 av disse benyttes i følge kravene til inneslutningsnivå 3. De øvrige benyttes til noe letter aktivitet, men benyttes til den aktiviteten som var tiltenkt.
  - Dyrestallen har en lab med inneslutningsnivå 3 brukes sporadisk til arbeid som krever inneslutningsnivå 3. Luftmengden i slike arealer er typisk 60-90 m3/hm2
    - Dette er avhengig av hvilke installasjoner som benyttes. Sikkerhetsbenker krever 400-500 m3/h pr stk. Og er ofte bestemmende for totalluftmengden
  - I bygninger fra fase brukes alle arealer som de er tiltenkt i all hovedsak universitetsarealer med unntak av operasjonsstuene.

Operasjonsstuer

- 45 operasjonsstuer
  - 3500-4000 m3/h under operasjon
  - Reduseres til 1/3 i scenario ”Stua hviler”
- Mange brukes bare på dagtid.
- Alle operasjonsstuene har ulike scenarier som regulerer luftmengden, temperaturen, lys og blendingsgardiner
- Personalet er i stor grad flink til å benytte riktig scenario

ENERGIFORBRUK

	Nevro	%	kwh/ m2	Lab	%	kwh/m 2	Bev	%	kwh/m 2	AHL	%	kwh/ m2	KVB	%	kwh/m 2
m2	34943			25556			19304			40093			31427		
Varme	4905425	32,3		4953656	42,9		1887414	37,9		5508100	35,2		5047060	45,4	
Kjøl	2667475	17,6		1554819	13,5		553488	11,1		1857782	11,9		1004030	9,0	
El	7624907	50,2		5038725	43,6		2534936	50,9		8301369	53,0		5068029	45,6	
	15197807	100		11547200	100		4975838	100		15667251	100		11119119	100	
			435			452			258			391			354
Radiator	1403950	26	40	1636930	32	64	726913	39	38	1575000	29	39	1206569	25	38
Ventilasjon	3909770	74	112	3446630	68	135	1113618	61	58	3933100	71	98	3621170	75	115
	5313720			5083560			1840531			5508100			4827739		

ST. OLAVS HOSPITAL
UNIVERSITETSSYKEHUSET I TRONDHEIM

Kan man redusere luftmengden?

- Arealene brukes i hovedsak i normalarbeidstiden, i praksis vil dette si 25% av årets timer.
- Kan sikkerhetsbenker kobles mot styring av ventilasjonsluftmengden?
- Andre sensorer som måler aktiviteten?
- Studier og forsøk i USA viser at dette er mulig i både laboratoriearealer og i dyrerom. Luftskifter i lab på 2 utskiftinger i timen og 6 utskiftinger i timen i dyrerom
- Sikkerheten går foran ENØK

Konklusjon

- Ja, arealene brukes i all hovedsak slik de er prosjektert

Energieffektiv belysning

Prosjekt Lavenergi sykehus

Janne Grindheim, Norconsult AS

Stikkord

- Synsoppgaver, behov og kvalitetskrav
- Styring
- Tverrfaglig samarbeid
- Bestillerkompetanse
- Rapporten og ulike løsninger

LYSET ER VIKTIG!

70 - 80% AV ALL INFORMASJON OM OG FRA VÅRE OMGIVELSER FORMIDLES TIL OSS VIA VÅRE SYNSORGANER, OG FOR AT DISSE SKAL TRE I FUNKSJON MÅ DET VÆRE LYS TILSTEDE.

FOR AT VI SKAL KUNNE OPPFATTE FARGER MÅ DET VÆRE ET VISST MINIMUM AV LYS TILSTEDE.

LYS (OG SKYGGER) GJØR AT OPPLEVELSEN AV DET TREDIMENSJONALE BLIR STERKERE.

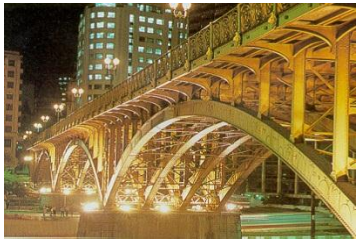
Viktige begreper

Norconsult

Fargetemperatur

Hvor varmt eller kaldt lyset fra lyskilden er

Eksempler:
NAV / SON:
2000 K



Glødelamper:
2700 K

Dagslys:
5000 - 7000K

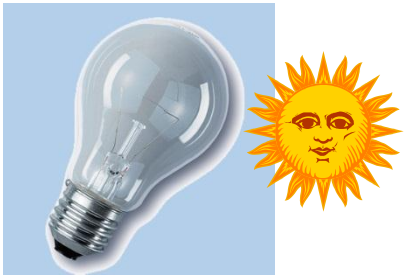
Viktige begreper

Fargegjengivelse
(Ra - indeks)

Lyskildens evne
til å gjengi farger

Eksempler:

Glødelamper/dagslys
Ra-indeks: ≈ 100



Natrium-
høytrykksdamplampe:
Ra-indeks: 20 - 25

Lysrør:
Ra-indeks: 50 - 97

Planlegging av lysanlegg

- Belysningsprinsipp
- Belysningsnivå
- Lampe- og armaturvalg
- Lysfarge og fargegjengivelse
- Reflektanser og farger i rommet
- Blendingsforhold
- Luminans- og kontrastforhold
- Modellering / Lysretning
- Vedlikehold
- Økonomi

Krav til anlegget

- Kvalitetsparametre
- Fargeegenskaper
- Plassering
- Dagslystilgang
- Lysstyring
- Tverrfaglig samarbeid, energibruk
- Lyskilde
- Vedlikeholdsrutiner

Livssyklusberegninger - LCC

Norconsult

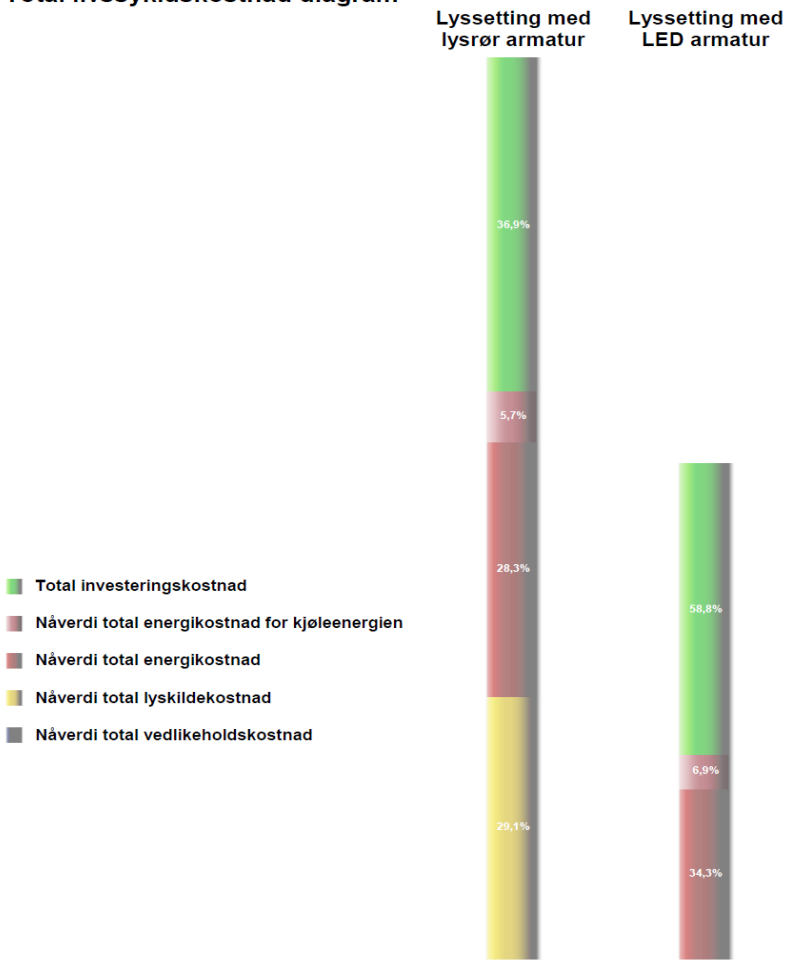
Sammenligning av kostnad armaturløsning

Generell informasjon		Lyssetting med lysrør armatur	Lyssetting med LED armatur
Eksist. armaturløsning (referanseløsning for avbetaling…		Ingen eksisterende løsning	
Antall armaturtyper		1	1
Armaturtyper		1 - Philips-Savio	1 - Zumtobel-ML5
Totalt antall armaturer		1	1
Totalt antall lyskilder		6	1
Investeringskostnad			
Total armaturkostnad (ekskl. lyskilde)		3 400 NOK	3 500 NOK
Total lyskildekostnad		600 NOK	0 NOK
Total installasjonskostnad		0 NOK	0 NOK
Total material og arbeidskostnad		0 NOK	0 NOK
Total investeringskostnad		4 000 NOK	3 500 NOK
Energikostnad			
Total installert effekt		96 W	64 W
Gjennomsn. utnyttelsesfaktor		60,0 %	60,0 %
Totalt effektforbruk		57,6 W	38,4 W
Gjennomsn. driftstid		5 824 timer/år	5 824 timer/år
Energiforbruk armaturer totalt		335,4624 kWh/år	223,6416 kWh/år
Kjølesystemets utnyttelsesgrad	50,0 %		
Kjøleeffektivitet	2,5		
Energiforbruk kjøling		67,092 kWh	44,728 kWh
Totalt energiforbruk/år		402,6 kWh	268,4 kWh
Strømpris	0,5 NOK/kWh		
Total energikostnad/år		201 NOK	134 NOK
Nåverdi total energikostnad		3 675 NOK	2 450 NOK
Lyskildekostnad			
Lyskildens benevnelse		TL5 14W	LED 60W
Totalt antall lyskilder		6	1
Total kostnad for lyskildeskift		960 NOK	0 NOK
Nåverdi total lyskildekostnad		3 150 NOK	0 NOK
Vedlikeholdskostnad			
Total vedlikeholskostnad		0 NOK	0 NOK
Nåverdi total vedlikeholdskostnad		0 NOK	0 NOK
Totalkostnad armaturløsning		10 825 NOK	5 950 NOK
LENI		~55,9 kWh/m2, år	~37,3 kWh/m2, år

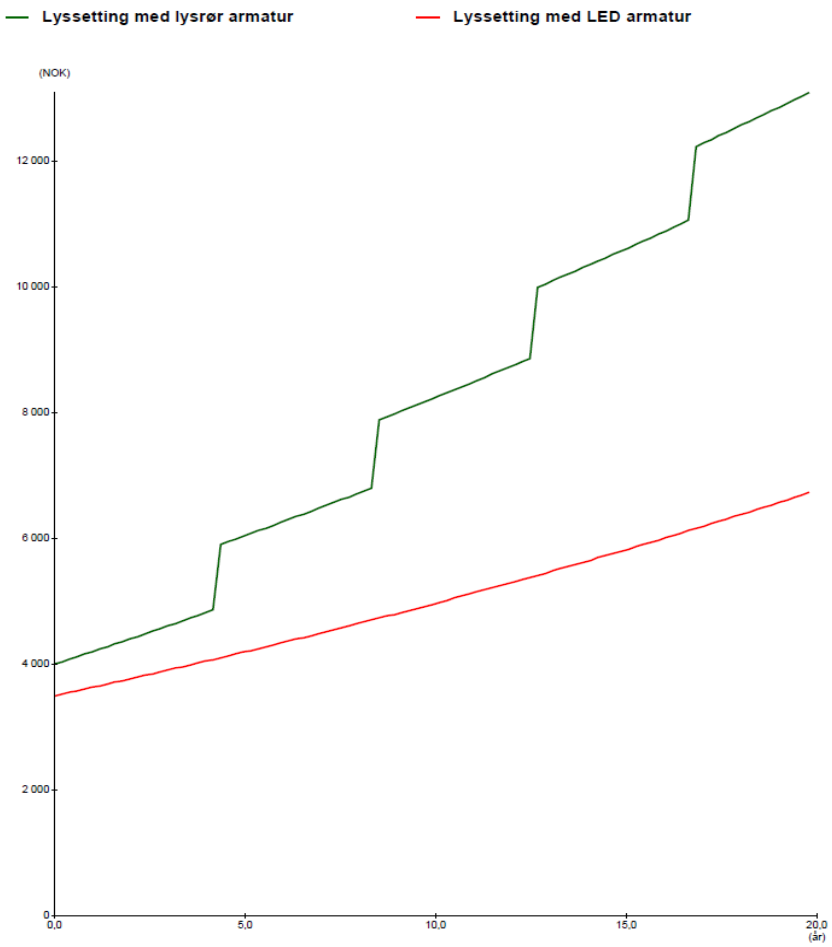
Livssyklusberegninger - LCC

Norconsult

Total livssykluskostnad diagram



Kostnadsutvikling (sammenligning)



DP4 - belysningsrapporten

Norconsult

Bakgrunn for valg av anbefalte løsninger

- energieffektivitet
- funksjon og behov i de ulike arealer
- ikke tenkt tradisjonelt
- ikke tenkt mye på investeringsbudsjett
- streng styring - større investeringskostnader
- planløsning og lys
- basert på nyeste forskning

DP4 - belysningsrapporten

Norconsult

Forslag til belysningsløsninger i ulike romkategorier

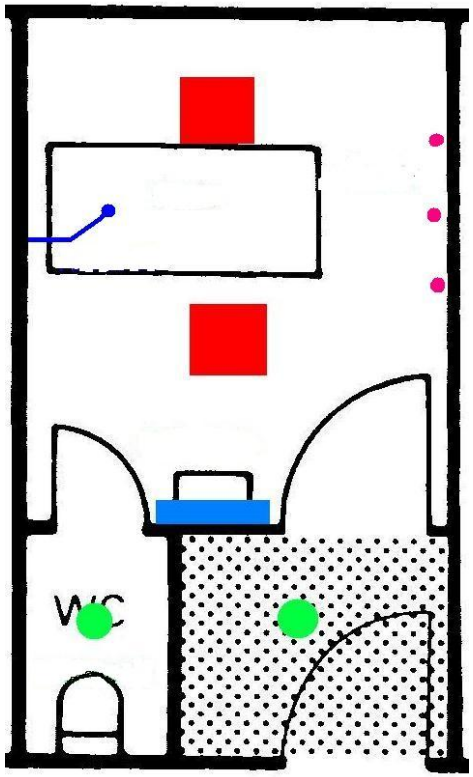
- pasientrom
- behandlingsrom (dialyse, fysio, trening, undersøkelse, røntgen, operasjon osv.)
- laboratorie
- kontorer
- møterom
- kjøkken og kantine
- stue, pauserom, venterom
- undervisningsrom
- skyllerom og bad

Løsninger som er presentert viser lavere lysnivå med mer bruk av andre lyskriterier for visuell komfort.

Pasientrom - utfordringer

- ulike behov og krav til belysningen iht funksjon:
  hjem belysning og arbeidslys
  trivsel og komfort
  undersøkelseslys
  renhold
  baderom
  vask på rommet
- dynamisk lys - variasjon gjennom døgnet
- blendingsforhold - valg av armaturer
- lyskilder (lysrør, LED, halogen?)
- styring (og overstyring?)

Pasientrom - utfordringer

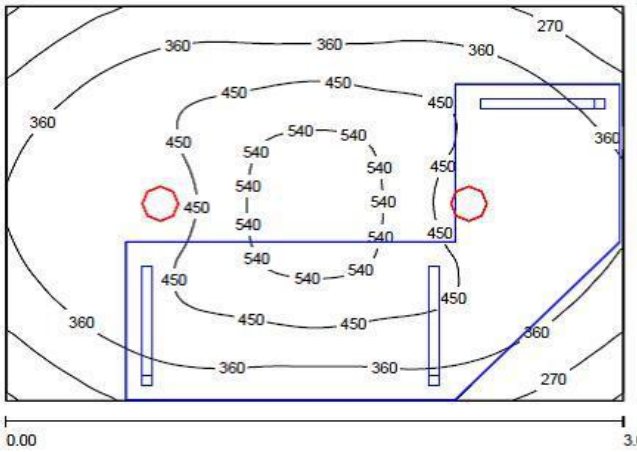


Kontor

Norconsult

- Lite tilstedeværelse - styring
- Plassorientert belysning

Lysberegninger



Cellekontor 2mx3mx2,5mh med 2stk downlightere med LED

Takhøyde: 2.500 m, Montasjehøyde: 2.500 m, Vedlikeholdsfaktor: 0.80 — Verdier i Lux, Målestokk 1:26

Flate	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Arbeidsplan	/	401	173	595	0.431
Gulv	20	175	22	366	0.125
Tak	80	69	44	84	0.645
Vegger (4)	50	121	23	287	/

Arbeidsplan:
Høyde: 0.760 m
Målepunkter: 64 x 64 Punkter
Yttergrense: 0.000 m
Lysstyrkeforhold (etter LG7): Vegger / arbeidsplan: 0.320, Tak / arbeidsplan: 0.172.

Armatur-stykkliste

Nr.	Antall	Betegnelse (Korreksjonsfaktor)		Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips LuxSpace BBS491 1xDLED-Compact/3000 (1.000)		2045	35.0
			Samlet:	4090	70.0

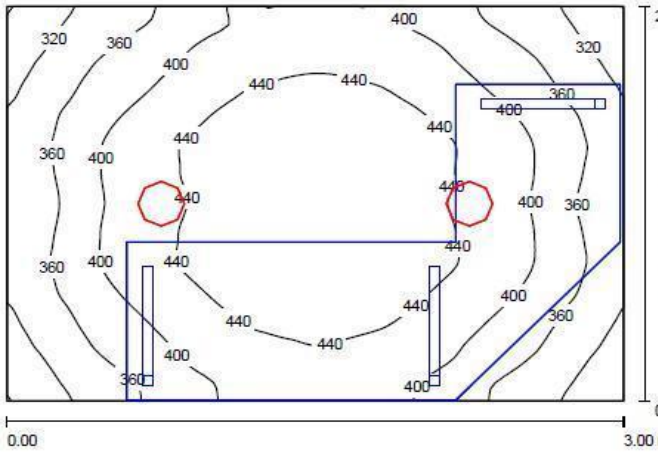
Spesifikk tilkoblet effekt: 11.67 W/m² = 2.91 W/m²/100 lx (Grunnflate: 6.00 m²)

Kontor

Norconsult

- Lite tilstedeværelse - styring
- Plassorientert belysning

Lysberegninger



Cellekontor
2mx3mx2,5mh
2stk
downlightere
med
kompaktlysrør

Takhøyde: 2.500 m, Montasjehøyde: 2.600 m, Vedlikeholdsfaktor: 0.80 Verdier i Lux, Målestokk 1:26

Flate	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Arbeidsplan	/	400	279	468	0.698
Gulv	20	162	32	286	0.198
Tak	80	103	70	124	0.673
Vegger (4)	50	201	29	485	/

Arbeidsplan:
Høyde: 0.760 m
Målepunkter: 64 x 64 Punkter
Yttergrense: 0.000 m
Lysstyrkeforhold (etter LG7): Vegger / arbeidsplan: 0.594, Tak / arbeidsplan: 0.258.

Armatur-stykkliste

Nr.	Antall	Betegnelse (Korreksjonsfaktor)	Φ [lm]	P [W]
1	2	Philips FBS291 2xPL-C/2P26W C (1.000)	3600	65.6
		Samlet:	7200	131.2

Spesifikk tilkoblet effekt: 21.87 W/m² = 5.46 W/m²/100 lx (Grunnflate: 6.00 m²)

Huskeliste for effektiv energibruk

- Benytt lavenergilamper der dette er mulig og hensiktsmessig.
- Benytt belysningsarmaturer med høy virkningsgrad.
- Benytt belysningsarmatur som ikke raskt blir tilsmusset og som er lett og rengjøre.
- Velg elektriske komponenter som oppfyller de vedtatte kvalitetskrav.
- Benytt plassbelysning der det er mulig/hensiktsmessig i stedet for høy allmennbelysning.
- Del opp belysningsanlegget i seksjoner som kan styres uavhengig av hverandre.
- Slokk unødvendig lys, enten manuelt eller automatisk.
- Utnytt dagslyset best mulig.
- Velg lyse farger med høye reflektanser til lokalets overflater.
- Innfør systematisk vedlikehold av belysningen.

- Kilde: Lyskultur

Fordeler med LED

Norconsult

1. Lang levetid
2. Øyeblikkelig tenning
3. Ingen konsekvens ved hyppige fluksjoner
4. God fargegjengivelse
5. Kan dimmes uten fargevariasjon
6. Robust
    1. Påvirkes ikke av temperatur
    2. Tåler vibrasjon
7. Ikke strølys - mindre lysforurensning
8. Det er ingen infrarød eller ultrafiolett (UV) stråling i lyset
9. Inneholder ikke kvikksølv

10. Energibesparende?

Myter

1. Avgir ikke varme
2. Levetid 100.000 timer
3. Gir ikke tilstrekkelig lys til belysningsformål
4. Ikke god nok fargegjengivelse til belysningsformål
5. Høyeffektive lysdioder er dyre
6. LED er mer effektivt enn noen annen lyskilde
7. Bruker nesten ingen energi
8. Gir blåaktig lys
9. Kan brukes til alle belysningsformål
10. Komplisert å benytte
11. Øynene blir skadet av å se på lysdioder

Norconsult 2012

Energieffektivitet i sykehus, arbeidsseminar

Deltema nr 2:

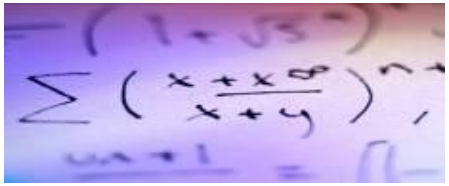
Ventilasjon - riktig design,bygging og dokumentasjon for optimal drift

Program 25.mail

Tema 2: Muligheter for energioptimale løsninger for ventilasjon og belysning når det tas hensyn til variasjonen av brukerkrav og tilstedeværelse i et sykehus		
1120	Løsninger for belysning	Janne Grindheim, Norconsult
1140	Løsninger for ventilasjon	Bjørn Mordahl, Norconsult
1200	Diskusjon	

Bjørn Mordal, Norconsult AS, avd. Molde, seksjonsleder tekniske systemer,

Special facilities



- Facilities and laboratories for
  - production of medicinal products
  - biosafety protection
  - nuclear radiation protection
  - chemical protection

  - PET centre
  - Hospital pharmacy
  - Nuclear medicine
  - Isolation rooms (positive and negative pressure)
  - Laboratories biosafety level 3 (4)
  - Operation theatres (10 and 100 cfu)
  - Sterile central
  - Research facilities

Special room (1/3)

Special room is defined as rooms with special requirements and guidelines in order to protect the product, operators, patient or environment or a combination both.

The following challenges may be:

- Protection of the operator and the environment from radiological exposure
- Protection of the operator and environment from exposure to infection and other biological factors
- Protection of the operator of the production of chemotherapeutic agents
- Protection of pharmaceutical products with regard to pollution, particles and microorganisms
- Protection of the patient with respect to particles and microorganisms in Isolation rooms - respiratory infection and contact infection

Special room (2/3)

To tackle the challenges associated with special rooms, extraordinary consideration needs to be taken through the various phases.

Placement of special room in the building location with open access

Scenario Management

Flow of operators, patients, materials, product and waste

Training of contractors, suppliers and others involved in clean room technology

Testing, documentation and approval

Special room (3/3)

Ventilation

- Location of discharge
- Spare fans, UPS, redundance
- Separate inlet and exhaust, the use of air streams
- Use of absolute filters and absorbent filter
- Radiation risk
- The location and design of inlet and exhaust filters with respect to safe operation, routine testing and maintenance
- Pressure hierarchy between rooms with different functions
- The air changes, dilution time and the air flow pattern
- Management, monitoring and alerting
- Decontamination - any preparation for fumigation
- Special cooling or heating requirements

Water

- Pre-treatment, filtration and RO plant
- Wastewater treatment
- Ensure avoidance of recession

Gas and compressed air

- Quality
- Secure supply

Construction

- Layout
- Building density
- Lead shielding from radiation
- Shutdown mechanisms
- Materials and surfaces

Special facilities

- What these facilities have in common:
  - Vast amount of regulations, standards and guidelines
    - requires skills and experience to secure the correct approach
  - Protection of operators, environment or product
  - Location within the hospital need thorough considerations
  - Clean design of all surfaces, material considerations and installations
  - Air tight construction
  - Complex ventilation systems
    - Pressure hierarchy, defined airflow inside and between rooms
    - Defined air change rate, dilution/recovery
    - Hepa-filtered inlet/exhaust air (not always) - safe change
    - Active carbon filtered exhaust air (not always)
    - Inlet and exhaust placement considerations
    - Duplex/redundancy systems
  - Additional support systems (not always) as special gases, compressed air, pure steam, WFI
  - Special equipment (not always) for QC, production, sterilisation (autoclave, decontamination), isolators, BioSafety cabinets, shielded fume cupboards, computer systems, etc.
  - Design for secure maintenance
  - Documented tested
  - Standard Operating Procedures to secure correct operation and maintenance

Hospital pharmacy

Norconsult

Hospital pharmacy -
production, distribution and sales pharmacy

↓

Cleanroom facility

production of sterile pharmaceuticals
chemical protection (cytotoxics compounds)

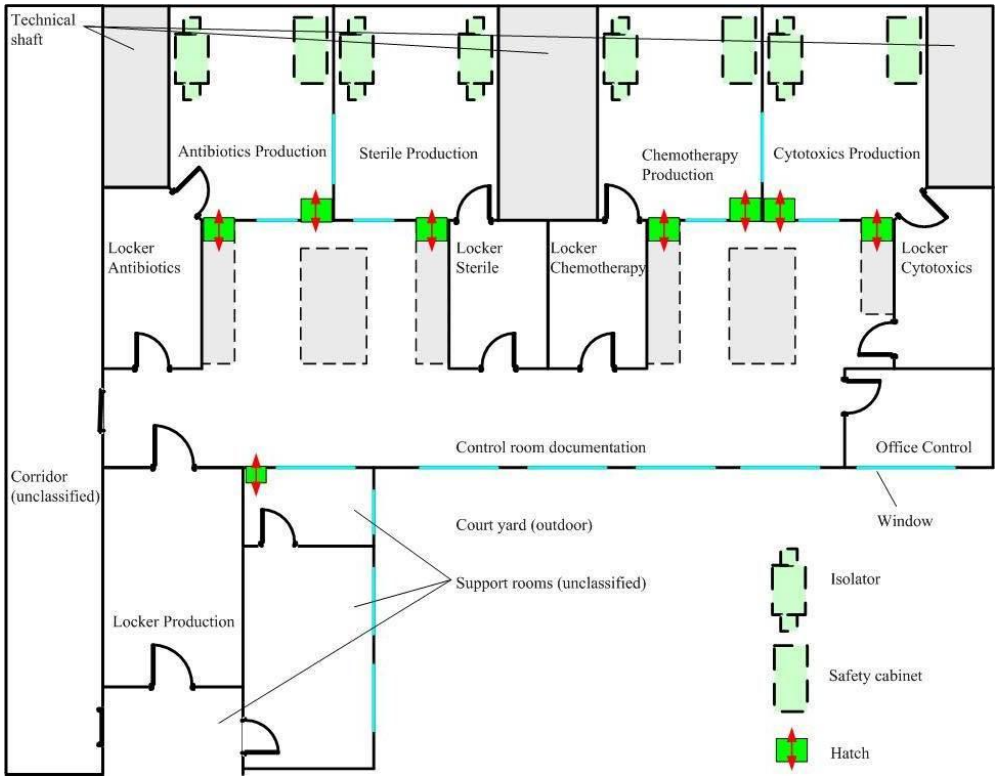
Approval by external national authority:

EU GMP - National medicinal inspection authority

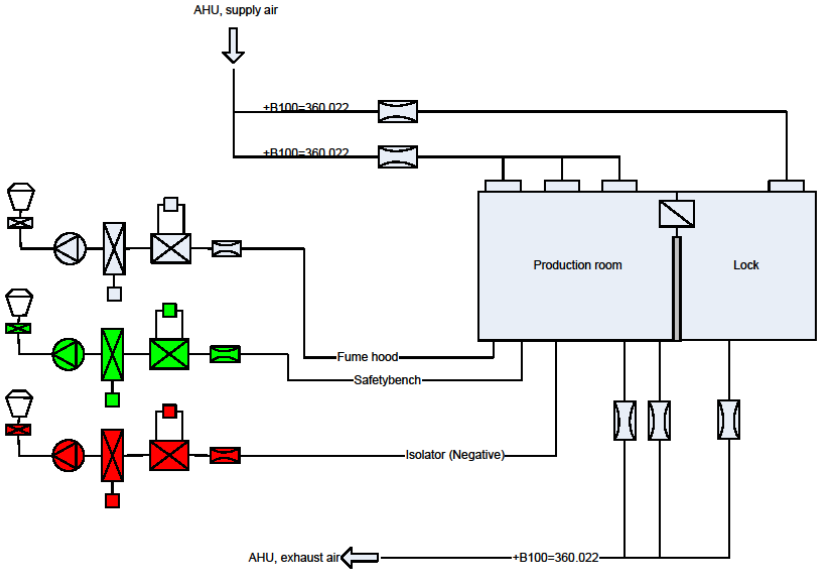
Full validation and a comprehensive quality assurance system

Hospital pharmacy - Nye Ahus

Norconsult



Hospital pharmacy - Nye Ahus



Isolation rooms

- PE - Protective Environment (Positive pressure)
- AII - Airborne Infection Isolation (Negative pressure)

- Dual mode - Not recommended
  - A single room cannot be switched between airborne isolation and protective environment functions.
  - Airborne isolation rooms can however, be utilized for the care of non-infectious patients.
- Forskrift 1322, Forskrift om vern mot eksponering for biologiske faktorer (bakterier, virus, sopp m.m.) på arbeidsplassen - Laubor inspectorate (EN 12128, US BMBL)
- Isoleringsveilederen FHI

Isolation rooms

- NIST GCR 05-883 Strategies to Reduce the Spread of Airborne Infections in Hospitals - Survey of Design Practice
- NIST GCR 06-887 Strategies to Reduce the Spread of Airborne Infections in Hospitals - Review of Recent Hospital Designs
- American Institute of Architects (AIA) Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities (2010 edition)
- Nordtest BEST PRACTICE IN DESIGN AND TESTING OF ISOLATION ROOMS IN NORDIC HOSPITALS
- …

Operation theatres

Norconsult

Retningslinjer for mikrobiologisk kontroll av luft i rom hvor det foretas operative inngrep og større invasive prosedyrer (operasjonsrom) Rundskriv IK-02/97 fra Statens helsetilsyn

< 10 CFU/m3 *(ultrarent operasjonsrom)* ved spesielt infeksjonsfølsom kirurgi så som innsetting av fremmedlegemer, ortopedi, hjerte/kar og nevro-kirurgi

< 100 CFU/ m3 *(generelt operasjonsrom)* ved alle andre kirurgiske prosedyrer. Tallene skal være gjennomsnitt av alle målingene som er foretatt under operasjonen/inngrepet med det vanlige antall personer tilstede.

Sammenlikning med krav til renrom (EU GMP annex 1)

	Recommended limits for microbial contamination (a)			
Grade	air sample cfu/m^3	settle plates (diameter 90 mm) cfu/4 hours (b)	contact plates (diameter 55 mm) cfu/plate	glove print 5 fingers cfu/glove
A	< 1	< 1	< 1	< 1
B	10	5	5	5
C	100	50	25	-
D	200	100	50	-

What about particles?

Operation theatres

Norconsult

- DIN 1946-4:2008
  Room class I

A differentiation is made between:
•operating rooms provided with low-turbulence flow (LTF) ventilation systems to obtain a protected area that encompasses the operating area and sterile instrument tables (Room class Ia);
•operating rooms with mixed or unilateral flow (Room class Ib).

Class Ib operating rooms shall be operated with a positive air balance with the outside air flow rate being at least 1 200 m3/h. In order to prevent germs and particles from being transmitted through the air when doors to operating rooms are opened and when persons enter the operating room during an operation, it is recommended that an air lock be built-in, particularly where there is a great difference between the air temperature in the operating room and that in adjoining areas. Such air lock-type rooms can be patient preparation rooms or wash rooms, etc. The locking function can by achieved directly (by supply air connection) or indirectly (by overflow from the operating room).

Requirements (example using settle plates):
Class Ia rooms: Mean specific colony count: ≤ 1 CFU/(50 cm2 · 60 min);
Class Ib rooms: Mean specific colony count: ≤ 5 CFU/(50 cm2 · 60 min).

Operation theatres

Norconsult

Table 1 — Ventilation requirements

Room use	Requirements	Measures
1 OP department	Total extract air flow < Total supply air flow To ensure directional flow, windows in the OP department shall not be openable (except for evacuation and smoke control purposes) Rooms shall be heated either by means of appliances that are smooth, without ribs, and are easy to clean and disinfect, or by means of thermally active room surfaces	
1.1 All OP rooms	Outside operating times such rooms shall have reduced outside air flow and/or recirculated air flow, and any cooling and humidification systems shall be shut off, while meeting the requirements of 6.9 Overspill of outside air forming part of the supply air flow shall be directed through the doors to adjoining room(s)	≥ 1 200 m^3/h outside air, rest as recirculated air from the OP room Supply air temperature 19 °C to 26 °C, adjustable 3-stage air filtration Suspended ceilings to ensure underpressure relative to the OP room Extract-air terminal units with fluff separators
1.1.1 Class Ia OP rooms	Low-turbulence flow (LTF) about 3,2 m^2 × 3,2 m^2 across the entire protected area, possibly with a fixed, rotating flow stabilizer placed about 2,10 m above FFL Heating available throughout the year by means of heating surfaces	Thoroughly mix outdoor air with additional recirculated air Permissible sound power level of system ≤ 48 dB(A), determined in the centre of the OP room 1,8 m above FFL Regulate room heating during room use so that the extract air temperature does not go below the supply air temperature
1.1.2 Class Ib OP rooms	Turbulent mixed or displacement flow Anteroom(s) with air lock function are recommended for entrances to class II corridors in special cases Extract-air terminal units with fluff separators	Permissible sound power level of system ≤ 48 dB(A), determined in the centre of the OP room 1,8 m above FFL

Operation theatres

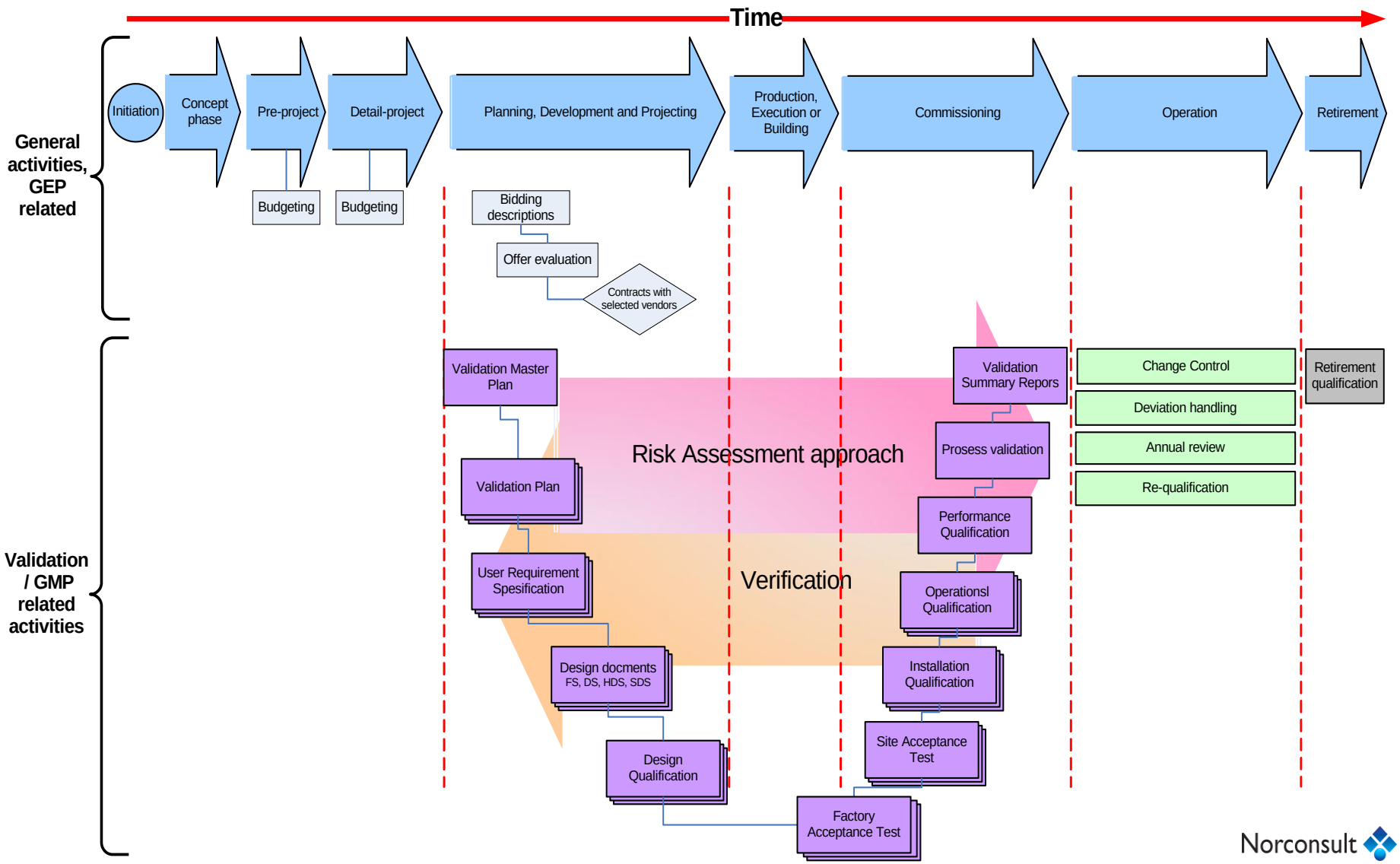
- Type 1 A / 1 B

For class I rooms, a three-stage supply air filtration is required, with the first two filtration stages installed in the air handling unit and the 3rd stage installed at the end:

- 1st filtration stage: at least class F5 filters, class F7 filters are recommended;
- 2nd filtration stage: class F9 filters;
- 3rd filtration stage: class H13 HEPA filters.

Project execution

Norconsult



Norconsult

Testing → Godkjenning

- Arbeidstilsynet godkjenner verken isolater eller laboratorier (det har de heller ikke kompetanse til)
- Foretaket må selv sørge for godkjenning av lokalene, og at disse faktisk har den tilsiktede funksjonen.
- Foretaket står som arbeidsgiver juridisk ansvarlig i forhold til arbeidsmiljø og sikkerhet.

Testing → Godkjenning

- Mål og krav
  - Forskrifter (eks. Arbeidstilsynet forskrift 1322)
  - Retningslinjer (eks. Isoleringsveilederen)
  - Prosjektkrav
- For å kunne fastslå at forutsetninger er oppfylt må det foreligge en samlet dokumentasjon som sannsynliggjør dette.
- Entreprenørenes og leverandørenes testdokumentasjon utgjør sammen med spesialtester en slik samlet dokumentasjon

Vi kikker litt inn i legemiddelbransjen

- Legemiddelbransjen er underlagt kvalitetsstandarden GMP (Good Manufacturing Practices)
- GMP stiller krav om trinnvis kvalifisering
  - Designkvalifisering (DQ)
  - Installasjonskvalifisering (IQ)
  - Operasjonskvalifiseirng (OP)
  - Ytelseskvalifisering (PQ) eller Prosessvalidering (PV)
- Så kommer inspektører fra Statens Legemiddelverk på besøk…!)
- Dette fungerer, men er veldig omfattende og ressurskrevende.

Innhold i Basisprosjekt- eksempel Ex-vivo

Norconsult

- **1. INTRODUKSJON**
- **1.1 Innledning**
- **1.2 Ex vivo cellelaboratoriet**
- **1.3 Basisprosjekt**
- **1.4 Oversiktstegninger**
- **2. RETNINGSLINJER**
- **2.1 Forskrifter**
- **2.2 Myndigheter**
- **2.3 Vedlegg: Forskrifter-Standarder-Litteratur**
- **3. PRODUKSJON**
- **3.1 Krav**
- **3.2 Planløsning**
- 3.2.1 Klassifisering
- **3.3 Arbeidsprosesser og utstyr**
- 3.3.1 Krav
- 3.3.2 Produksjonsprosedyrer
- 3.3.3 Vareflyt
- 3.3.4 Personflyt
- 3.3.5 Flytskjema produksjon
- 3.3.6 Bekledning
- 3.3.7 Produksjonsutstyr
- **3.4 Tegninger**

Innhold i Basisprosjekt- 2

- **4. BYGNING**
- **4.1 Byggutførelse**
- 4.1.1 Krav og forutsetninger
- 4.1.2 Byggets konstruksjon
- 4.1.3 Innvendige materialer/overflater
- 4.1.4 Romtabell med arealer og volum.
- 4.1.5 Tegninger
- **4.2 36 Luftbehandling**
- 4.2.1 Krav og forutsetninger
- 4.2.2 Anleggstyper
- 4.2.3 Systembeskrivelse
- 4.2.4 Hovedkomponenter, system 365A0403
- 4.2.5 Funksjonsbeskrivelse, system 365A0403, Ex vivo laboratorier
- 4.2.6 Tegninger
- **4.3 VVS Anlegg**
- 4.3.1 Krav og forutsetninger
- 4.3.2 Anleggstyper
- 4.3.3 Beskrivelse

Innhold i Basisprosjekt- 3

- **4.4 Elektroanlegg**
- 4.4.1 Krav og forutsetninger
- 4.4.2 Anleggstyper
- 4.4.3 Beskrivelser av elektrotekniske installasjoner
- **4.5 Overvåkning**
- 4.5.1 Krav og forutsetninger
- 4.5.2 Hovedkomponenter
- 4.5.3 Systembeskrivelse
- 4.5.4 Funksjonsbeskrivelse
- 4.5.5 Tegninger

Spesiell beskrivelse for utførelse av rom

- ***INNHOLDSFORTEGNELSE***

- 1 INNLEDNING
- 2 ANVISNING FOR UTFØRELSE
- 3 REKKEFØLGE VED MONTERING
- 4 DOKUMENTASJON AV TETTHET

- **INNLEDNING**

- Denne spesifikasjonen er laget for å sikre riktig utførelse av trykksatte spesialrom.
- Alle aktører som skal delta i arbeidene må på forhånd orienteres om det sluttresultat som planlegges oppnådd. Det må utarbeides kontrollrutiner med sjekklister som beskriver utført kontroll av alle punkt som har sammenheng med rommets tetthet. Kontroll og utkvittering av kontrollpunkt tillegges byggentreprenør (også for tekniske fag).
- Rommene er bygget opp som følger:
-
- Etasjeskiller av pusset betong / elementer
- Vegger med forsterkete stendere av tynnplateprofiler, kryssfiner og to lag gips.
- Nedforet himling med ett lag kryssfiner og to lag gips
- Overflate = tetteskikt / overflatebehandling
- Nullsone i vegger og over himling
-
- Et av spesialrommene velges som prøverom og bygges iht spesifikasjonene. Rommet skal trykkprøves og godkjennes før arbeidene starter for resterende trykksatte spesialrom.
-
-

Punkt for elektrogjennomføringer

- **2.4 Gjennomføring for kabler/rør og innfelte el.bokser**
- Etter at kryssfiner er montert, monteres pakkramme for gasstett gjennomføring av kabler/rør. Alternativt kan dette være boks av rustfritt stål m/gasstett gjennomføring for el-kabel.
- Pakkramme/boks med flens legges i elastisk fugemasse mot kryssfinerplate og skrus fast. Utfresing i kryssfiner lik tykkelse på flens, slik at utvendig flens blir i plan med kryssfiner.
- Første platelag gips monteres med nødvendig utsparing for det som skal inn i rommet av kabler/rør. Evt. kan dette være rund utsparing for standard el.boks. Platelag nummer to skjuler flens på pakkramme/boks og ivaretar at gjennomføringen blir minst mulig synlig inne i rommet.
-
- Ved bruk av standard el.boks, benyttes Elko Multiboks eller tilsvarende. Denne festes med ”klør” til gipsplate, og med elastisk fugemasse mellom plate og flens på bakenforliggende rustfri boks.
-
- Før andre plate gips monteres er det viktig at gjennomføringer trykktestes.
- Se pkt. 3.1

PET centre

Norconsult

PET centre - production and PET/CT scanning

Clean room facility, QC lab and Cyclotron

production of radiopharmaceuticals
nuclear radiation protection

Technological complex requiring a highly skilled staff, costly to build and to operate

Approval by external national authority:

EU GMP - National medicinal inspection authority
Radiation protection - National radiation inspection authority

Full validation and a comprehensive quality assurance system

Planning

Norconsult

- Types of products?
- Produced for local use only? Or also external use?
- Scale and volume?
- R&D functions?
- Animal PET?
- Future..
  - Selection of cyclotron(s)
  - Selection of production and QC equipment
  - Layout, including scanner(s)
  - Personnel
  - GMP and radiation protection

PET centre

Norconsult

- There is much more than a complex HVAC system..
  - Production equipment:
    - Cyclotron
    - Safe Transfer System
    - Synthesis unit
    - Dispensing unit
    - Dose calibrator
    - Filter integrity tester
    - Label printer
  - Quality Control equipment
    - GC
    - IC
    - LAL
    - Dose calibrator
    - pH
    - Sterility test
  - Support units etc.
    - Hotcells
    - Safety cabinets (lead shielded)
    - Clean gasses and pressurised air
    - Radiological monitoring
    - Environmental monitoring system
  - GMP documentation: each system qualified, processes validated, training, 80+ procedures, batch doc, SMF, vendor agreements etc.

Early planning!

Ventilasjonskrav / standarder

- CEN/TR 16244:2011 VENTILATION FOR HOSPITALS
- DIN 1946-4:2003 VAC SYSTEMS…IN THE HEALTH CARE SECTOR
- UK: HTM 03-01:2007 SPECIALISED VENTILATION FOR HEALTHCARE PREMISES
- US: ASHRAE STD. 170 2008/2011 VENTILATION OF HEALTH CARE FACILITIES
- NORSKE FORSKRIFTER OG STANDARDER
- SIS-TR 39 RENHET I OPERASJONSROM
- EKSEMPLER

CEN/TR 16244

Norconsult

Kap 6 Klassifisering.

Fire hovedklasser H1 - H4 og underklasser:

- H1A Operasjonsrom med lavturbulent område < 9 m2.
- H1B Operasjonsrom med lavturbulent område > 9 m2.
- H1C Rom med både turbulent strømning og lavturbulent område.
- H2 Beskyttende isolasjon (infeksjonsutsatte pasienter).
- H3 Isolat:
  - Klasse H3a rom eks. MRSA med H13 avtrekksfilter
  - Klasse H3b rom for radioaktive stoffer ref. bestemmelser om strålevern
  - Klasse H3c rom eks. Lassa med H13 filter på både tilluft og avtrekk i både sluse og sengerom
  - Klasse H3d Spesielle rom med valgbart overtrykk eller undertrykk (> 6 Pa) og med H13 filter på både tilluft og avtrekk i både sluse og sengerom
- H4 Andre rom

CEN/TR 16244

Norconsult

Kap 7 Krav til ventilasjon

Tabell 2 angir krav for forskjellige romklasser:

- Lufttemperatur for tilluft (for lavturbulente rom)
- Romtemperatur, vinter og sommer
- Luftfuktighet, vinter og sommer
- Minimum uteluftmengde (ikke total luftmengde)
- Filtrering
- Støynivå

CEN/TR 16244

Norconsult

Romklasse	Romtype	Uteluftmengde	Anm
H1A, B, C	Operasjon	1200 m3/h	Lavturbulent/UDF
H2	Overtrykksisolat	> 100 m3/h per person	Overtrykk > 6 Pa
H3A	Undertrykksisolat (< 6 Pa)	15 m3/h m2 gulv	Min 36 m3/h person
H3B	Div. undertrykksrom	6 - 30 m3/h m2 gulv	Min 36 m3/h person
H3C og D	Isolater med over/undertrykk	15 m3/h m2 gulv	Min 36 m3/h person
H4	Sengerom	36 m3/h per seng	
	Undersøkelse/Behandling	15 m3/h m2 gulv	
	Nyfødte	10 m3/h m2 gulv	
	Postoperativ	20 m3/h m2 gulv	
	Dialyse	6 m3/h m2 gulv	
	Disseksjon	35 m3/h m2 gulv	
	Korridor	3 m3/h m2 gulv	

DIN 1946-4:2003

Norconsult

Kap 5 Klassifisering:

To hovedklasser 1 og 2 med underklasser, avhengig av bakterie-belastning:

- Klasse I — Operasjonsrom

- Klasse IA — Operasjonsrom med lavturbulent luftstrømning, LTF. Typisk LTF område 3,2x3,2 m.
- Klasse IB — Operasjonsrom med blandet strømning eller ensrettet strømning.

- Klasse II — Rom som ikke er klasse I.

Krav til ventilasjon er tilsvarende som CEN/TR 16244

HTM 03-01:2007

Norconsult

Romtype	Luftveksling	Anm.
Operasjonsrom	25/h	Tilluft. Overtrykk 25 Pa. Uteluft 4140 m3/h
Operasjonsrom UCV	25/h	Tilluft. Overtrykk 25 Pa. Uteluft 4140 m3/h. < 10 cfu/m3
Anestesi	15/h	Tilluft og avtrekk. Overtrykk > 10 Pa. Uteluft min. 540 m3/h
Forberedelse	> 25/h	Tilluft. Overtrykk
Sterilt lager	6/h	Overtrykk
Gard., Skift. Gips	7/h	Overtrykk
Undertrykksisolat	10/h	Avtrekk. Undertrykk 5 Pa
Overtrykksisolat	10/h	Overtrykk 10 Pa
Kombinert isolat	10/h	Trykk +/- 10 Pa
Sengerom	6/h	Tilluft/avtrekk/naturlig vent.
Postoperativ	15/h	Tilluft. Overtrykk

US Standarder

- Std. 170:2008+add. Ventilation of Healthcare Facilities
- Std. 62.1:2007. Ventilation for Acceptable Indoor Quality
- AIA Guide 2006. Design and Construction of Health Care Facilities
- ASHRAE Manual 2003. HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics
- ASHRAE Handbook 2007. HVAC Applications. Ch. 7

US standarder er samordnet. Oppdateres løpende.

US Luftmengder

Norconsult

Krav til både minimum uteluftmengde (luftveksling pr time) og total luftveksling:

Uteluftmengde.

- Krav til minimum uteluft basert på std. 62 og er beregnet ut fra krav til komfort, hygiene og lukt (comfort, asepsis, odor).

Total luftveksling.

- Total luftveksling beregnes som total luftmengde dividert med romvolum. Tilluft- eller avtrekksmengde, avhengig av romtype og systemløsning.
- Total luftveksling er mengden som er nødvendig for varmebalanse, for å oppnå temperatur- og fukt kontroll, og fjerne varmeoverskudd fra personer, lys, utstyr og varmetransmisjon/stråling. I noen tilfelle gjelder det kontroll med luftstrømmer (lufthastighet, LAF) og luftrenhet (partikler, mikroorg.).

Resirkulering/omluft

Bruk av resirkulering av luft beskrives som ”preferred”, dvs. anbefalt løsning.

Omluft i sentralaggregater og styring av min. uteluftmengde er vanlig.

Bruk av romkjølere (fan-coils o.a.) er nevnt flere steder, men er stort sett ikke anbefalt i sykehus.

ASHRAE

Norconsult

Sykehus er inndelt i 7 forskjellige områder med en rekke romtyper;

- Operasjon og intensiv
- Sengeavd.
- Lab. og støtte
- Admin.
- Undersøkelse og behandling
- Sterilsentral og forsyning
- Teknisk service

Operasjonsrom er inndelt i 3 klasser etter type operasjon iht. ACS 2000 og etter størrelse iht. AIA 2006:

- Klasse A areal 150 ft^2 (14 m^2) og takhøyde min 12 ft (3,6 m)
- Klasse B areal 250 ft^2 (23 m^2) og takhøyde min 15 ft (4,6 m)
- Klasse C areal 400 ft^2 (37 m^2) og takhøyde min 18 ft (5,5 m)

ASHRAE Std. 170

Norconsult

TABLE 7-1 Design Parameters

Function of Space	Pressure Relationship to Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirculated by Means of Room Units (a)	RH (k), %	Design Temperature (l), °F/°C
SURGERY AND CRITICAL CARE							
Classes B and C operating rooms, (m), (n), (o)	Positive	4	20	N/R	No	30–60	68–75/20–24
Operating/surgical cystoscopic rooms, (m), (n) (o)	Positive	4	20	N/R	No	30–60	68–75/20–24
Delivery room (Caesarean) (m), (n), (o)	Positive	4	20	N/R	No	30–60	68–75/20–24
Substerile service area	N/R	2	6	N/R	No	N/R	N/R
Recovery room	N/R	2	6	N/R	No	30–60	70–75/21–24
Critical and intensive care	Positive	2	6	N/R	No	30–60	70–75/21–24
Wound intensive care (burn unit)	Positive	2	6	N/R	No	40–60	70–75/21–24
Newborn intensive care	Positive	2	6	N/R	No	30–60	70–75/21–24
Treatment room (p)	N/R	2	6	N/R	N/R	30–60	70–75/21–24
Trauma room (crisis or shock) (c)	Positive	3	15	N/R	No	30–60	70–75/21–24
Medical/anesthesia gas storage (r)	Negative	N/R	8	Yes	N/R	N/R	N/R
Laser eye room	Positive	3	15	N/R	No	30–60	70–75/21–24
ER waiting rooms (q)	Negative	2	12	Yes	N/R	max 65	70–75/21–24
Triage	Negative	2	12	Yes	N/R	max 60	70–75/21–24
ER decontamination	Negative	2	12	Yes	No	N/R	N/R
Radiology waiting rooms (q)	Negative	2	12	Yes	N/R	max 60	70–75/21–24
Class A Operating/Procedure room (o), (d)	Positive	3	15	N/R	No	30–60	70–75/21–24

ASHRAE

Norconsult

Romtype	Uteluft	Totalt	Anm.
Operasjon B og C	4/h	20/h.	LAF. Overtrykk. ∆p> 2,5 Pa
Operasjon A	3/h	15/h.	Overtrykk. ∆p > 2,5 Pa
Fødestue	4/h	20/h.	Overtrykk. ∆p > 2,5 Pa
Oppvåkning	2/h	6/h.	Overtrykk. ∆p > 2,5 Pa
Sengerom	2/h	6/h (4)	0 trykk
Undertrykksisolat	mangler	12/h.	Undertrykk. Sluse +. ∆p > 2,5 Pa
Overtrykksisolat	2/h	12/h.	Overtrykk. Sluse -. ∆p > 2,5 Pa. HEPA filter
Sluse for isolat	2/h	10/h.	HEPA filter. + el. - trykk.
Kombinerte isolater	-	-	**Anbefales ikke**
Korridorer pas./publ.	2/h	4/h el 2/h	Undertrykk
Undersøkelse/behandl.	2/h	6/h	

NORSKE FORSKRIFTER OG STANDARDER

Noen norske forskrifter og standarder som er aktuelle for sykehus:

- PBL — Plan og bygningsloven 2010-03-26 nr 489. Byggteknisk forskrift.
- AT — Best. nr. 444 Veiledning til arbeidsmiljøloven 2003. Klima og luftkvalitet på arbeidsplassen.
- NS — Norsk standard NS 3031:2010 Beregning av bygningers energiytelse.
- EN — European standard NS-EN 12128:1998. Biotechnology - Laboratories
- AT — 1997-12-19 nr. 1322 Forskrift til arbeidsmiljøloven. ”Vern …mot farer ved arbeid med biologiske faktorer.
- IS — Smittevern 2004:9 Isoleringsveilederen.

Svensk standardforslag SIS-TR 39
RENHET I OPERASJONSROM

Norconsult

1. Krav til bakterier CFU/m^3 i op.rom avhenger av type inngrep og vurderes klinisk. I nærsone og på op. bord;

   Ren kirurgi m. stor inf. risiko < 5 cfu/m^3 (krever spesialdrakt)
   Ren kirurgi m. mindre risiko <10 cfu/m^3
   Gen. kirurgi m. stor inf. risiko <50 cfu/m^3 (krever spesialdrakt)
   Gen. kirurgi m. mindre risiko <100 cfu/m^3

2. Hovedkilden er personer (hud). En person avgir ca. 10000 partikler/min str. 5-60μm, ca 1000 p/min er bakteriebærende.
3. Operasjonsklær reduserer partikler og bakterier;

Normaldrakt av blandingsmaterialer avgir	< 5	CFU/s/pers.
Spesialdrakt, som renrom avgir	<1,5	CFU/s/pers.

Svensk standardforslag SIS-TR 39
RENHET I OPERASJONSROM

Norconsult

4. Ventilasjon

- Totalluftmengde

  Q = n x q/c m^3/s

  n = antall personer

  q = forurensing cfu/s/p, se 3. bekledning

  c = konsentrasjon cfu/m3, se 1. krav

  Se eksempel

  Anbefalt luftveksling > 20/h, recovery time < 20 min

- Uteluft, minimum ca. 0,6 m^3/s = 2000 m^3/h

Eksempel: Pasientrom.

1 seng. Areal 15 m^2, Høyde 2,5 m, Volum 37,5 m^3, P 2 personer

Norconsult

Standard	Beregning	Uteluft m^3/h	Totalluft m^3/h
CEN/TR	36 m3/hp x 2p	72	-
DIN 1946	40 m3/hp x 2 p	80	-
HTM 03-1	36 m3/h p x 2 p og 6/h x 37,5 m3	72	225
ASHRAE	2/h x 37,5m3 og 6 (4) /h x 37,5 m3	75	Turb.:225 (150) Diff.: 165 (110)
PBL	26 m3/hp x 2p + 2,5 m3/hm2 x 15 m2	52+37,5 = 90	-
AT 444	36 m3/hp x 2p + 7,2 m3/hm2 x 15m2	72 + 108 = 180 ++	-
NS3031	16 m3/hm2 x 15 m2	240	-

Eksempel: Ortopedisk operasjonsrom.

Areal 40 m^2, Høyde 4 m, Volum 160m^3, P 6 personer

Norconsult

Standard	Beregning	Uteluft m^3/h	Totalluft m^3/h
CEN/TR	LAF 0,3 m/s x 3m x 3 m	>1200	9720 LAF
DIN 1946	som CEN/TR	>1200	9720 LAF
HTM 03-1	25 /h x 160 m3	4000	4000
ASHRAE type B og C	4/h x 160 m3 og 20/h x 160 m3	640	3200
PBL	26 m3/hp x 6p + 2,5 m3/hm2 x 40 m2	156+100 = 256	-
AT 444	36 m3/hp x 6p + 7,2m3/hm2 x 40 m2	216+288 = 180 ++	-
NS3031	16 m3/hm2 x 40 m2	640	-

Eksempel: Ortopedisk operasjonsrom, forts.

Areal 40 m2, Høyde 4m, Volum 160 m3, P 6 personer

Norconsult

Standard	Beregning	Uteluft m^3/h	Totalluft m^3/h
SIS-TR 39	Ren kirurgi, spesial klær 1,5 cfu/s/p 6 x 1,5 /5 m^3/s	2000	(< 5 cfu/m^3) 6500
	Ren kirurgi, normal klær 5 cfu/s/p 6 x 5 /10 m^3/s	2000	(< 10 cfu/m^3) 10800
	Gen. kirurgi, spesial klær 1,5 cfu/s/p 6 x 1,5 /10 m^3/s	2000	(< 10 cfu/m^3) 3200
	Gen. kirurgi, normal klær 5 cfu/s/p 6 x 5 /100 m^3/s	2000	(< 100 cfu/m^3) 1100 (min. 2000)

Norconsult

TEK10

Hva er nytt for oss VVS'ere

32 Varmepumper og krav til ventilering

- § 9-42 (TEK07) Maskinrom, kjøle- og fryserom: Maskinrom med store mengder kuldemedium og rom som for øvrig kan være utsatt for lekkasjer av kuldemedium, skal ha gassvarslere. Maskinrom skal ha tilfredsstillende ventilasjon.
- § 15-4 (TEK10) Varmepumpe- og kuldeinstallasjon). 2c) Maskin-, kulde- og fryserom med store mengder kuldemedium, og andre rom som kan være utsatt for lekkasjer av kuldemedium, skal ha gassvarslere. **Rommet skal ha nødventilasjon**.

36 Ventilasjon

- Krav til minste luftmengde per person og areal er tatt inn i selve forskriftsteksten.
  - § 13-2. (TEK10) Ventilasjon i boenhet *(1) I boenhet skal rom for varig opphold ha ventilasjon som sikrer frisklufttilførsel på minimum 1,2 m³/h/m² gulvareal når rommene eller boenheten er i bruk og minimum 0,7 m³/h/m² gulvareal når rommene eller boenheten ikke er i bruk.*
  - *(2) Soverom skal tilføres minimum **26 m³/h pr. sengeplass** når rommet eller boenheten er i bruk. Rom som ikke er beregnet for varig opphold skal ha ventilasjon som sikrer friskluft på 0,7 m³/h/m² gulvareal. Kjøkken, sanitærrom og våtrom skal ha avtrekk med tilfredsstillende effektivitet.*

36 Ventilasjon fortsetter

- § 13-3 (TEK10) Ventilasjon i byggverk for publikum og arbeidsbygning
  (1) I byggverk for publikum og arbeidsbygning skal frisklufttilførsel på grunn av forurensninger fra personer med lett aktivitet være minimum ***26 m³/h/person****. Ved høyere aktivitet skal frisklufttilførsel økes slik at luftkvaliteten blir tilfredsstillende.*
- *(2) Friskluft på grunn av lukt og irritasjonseffekter fra stoffer som avgis fra bygningsmaterialer og inventar, skal minimum være 2,5 m³/h/m² gulvareal når bygningen eller rommene er bruk. Frisklufttilførsel når bygningen eller rommene ikke er i bruk skal være minimum 0,7 m³/h/m² gulvareal.*

Merk:
Ventilasjonsanlegg i publikums- og arbeidsbygninger skal ikke slås helt av.

36 Luftinntak

- *§ 8-51(TEK07). Begrensning av utslipp*
  - *Avkastluft fra ventilasjonsanlegg skal anordnes slik at lukt eller forurensninger ikke føres til luftinntak eller vinduer i byggverket eller i nabobygning.*
- *§ 13-1 (TEK10) Generelle krav til ventilasjon*
  - *(2) Følgende skal minst være oppfylt:*
  - *d) Luftinntak og avkast skal utformes og plasseres slik at forurensning fra avkast ikke tilbakeføres til inntaket og slik at luften ved inntaket er **minst mulig forurenset**.*

En ørliten lemping på kravet

36 Radon

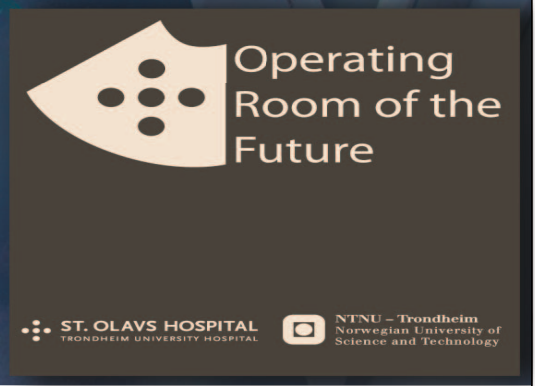
- Radon har fått eget kapittel!
- § 13-5 (TEK10) Radon *(1) Bygning skal prosjekteres og utføres med radonforebyggende tiltak slik at innstrømming av radon fra grunn begrenses. Radonkonsentrasjon i inneluft skal ikke overstige 200 Bq/m³.*
  - *(2) Følgende skal minst være oppfylt:*
  - *a) Bygning beregnet for varig opphold skal ha radonsperre mot grunnen.*
  - *b) Bygning beregnet for varig opphold skal tilrettelegges for egnet tiltak i byggegrunn som kan aktiveres når radonkonsentrasjon i inneluft overstiger 100 Bq/m³ .*
  - *(3) Annet ledd gjelder ikke dersom det kan dokumenteres at dette er unødvendig for å tilfredsstille kravet i første ledd.*

Operating rooms of the future, Trondheim, Norway

Jan Gunnar Skogås,
Managing Director,
Operating Rooms of the Future, St. Olav's Hospital

mail: jan.gunnar.skogas@stolav.no

www.stolav.no



NTNU

ST. OLAVS HOSPITAL
TRONDHEIM UNIVERSITY HOSPITAL

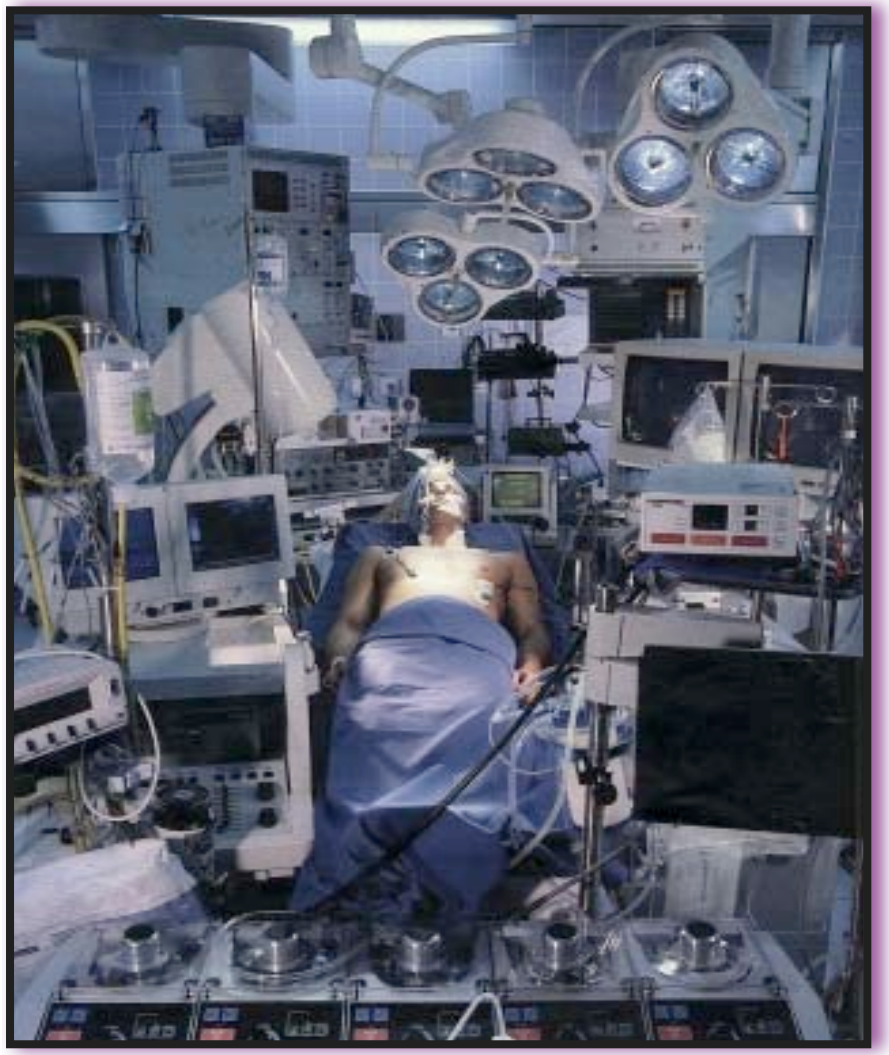
FOR
2005 - 2010 - 2015
”En tverrfaglig satsing og arena for klinisk forskning og medisinsk teknologiutvikling”
”Dagens pasienter – Morgendagens teknologi”
Foto: J.G.Skogås

Operating rooms of the future
-Minimally invasive surgery

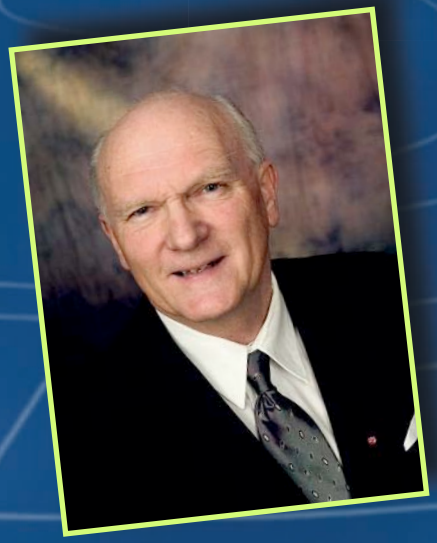
Laparoscopy surgery & Endovascular treatment

10 statements about operating departments

- Expensive to build
- Costly to run
- Not flexible enough - demands change fast
- Complicated logistics
- Incompatible systems
- Lots of equipment - messy
- Traditional organization - rituals
- Could be better for education / training
- Poor physical work environment / ergonomics
- Frequent rebuilding and reconstruction



Operating Room of the Future



Hans Olav Myhre,
Scientific adviser

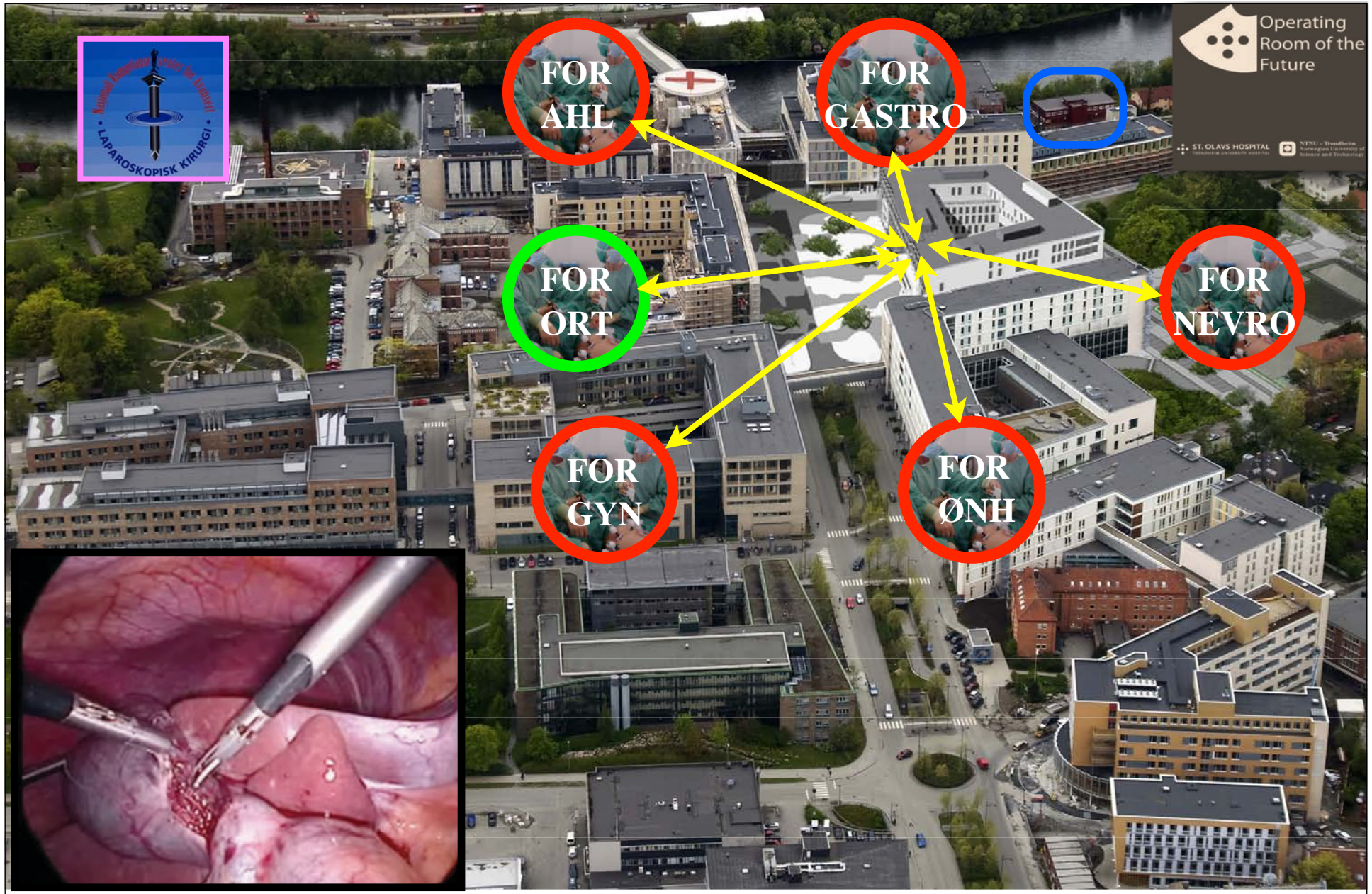
Marianne Haugvold
R&D Coordinator

Jan Gunnar Skogås,
Managing Director

Therese Marken
R&D Nurse

Ketil Thorvik
Project manager
AV-arena Norway

Camilla Berge
R&D Nurse



ST. OLAVS HOSPITAL
UNIVERSITETSSYKEHUSET I TRONDHEIM

NTNU
Det skapende universitet

Operating rooms of the future, Trondheim

Research projects

Minimally invasive treatment

- Less traumatic treatment
- Better instruments and equipment
- New operating methods (navigation, new stentgrafts etc.)

Organisation of work

- Logistics
- Personnel

Technology

- Navigation and 3D-visualization
- Documentation
- New materials (biocompatibility)
- Microsensors

Health economy (min.inv. versus traditional surgery)

Architecture / materials

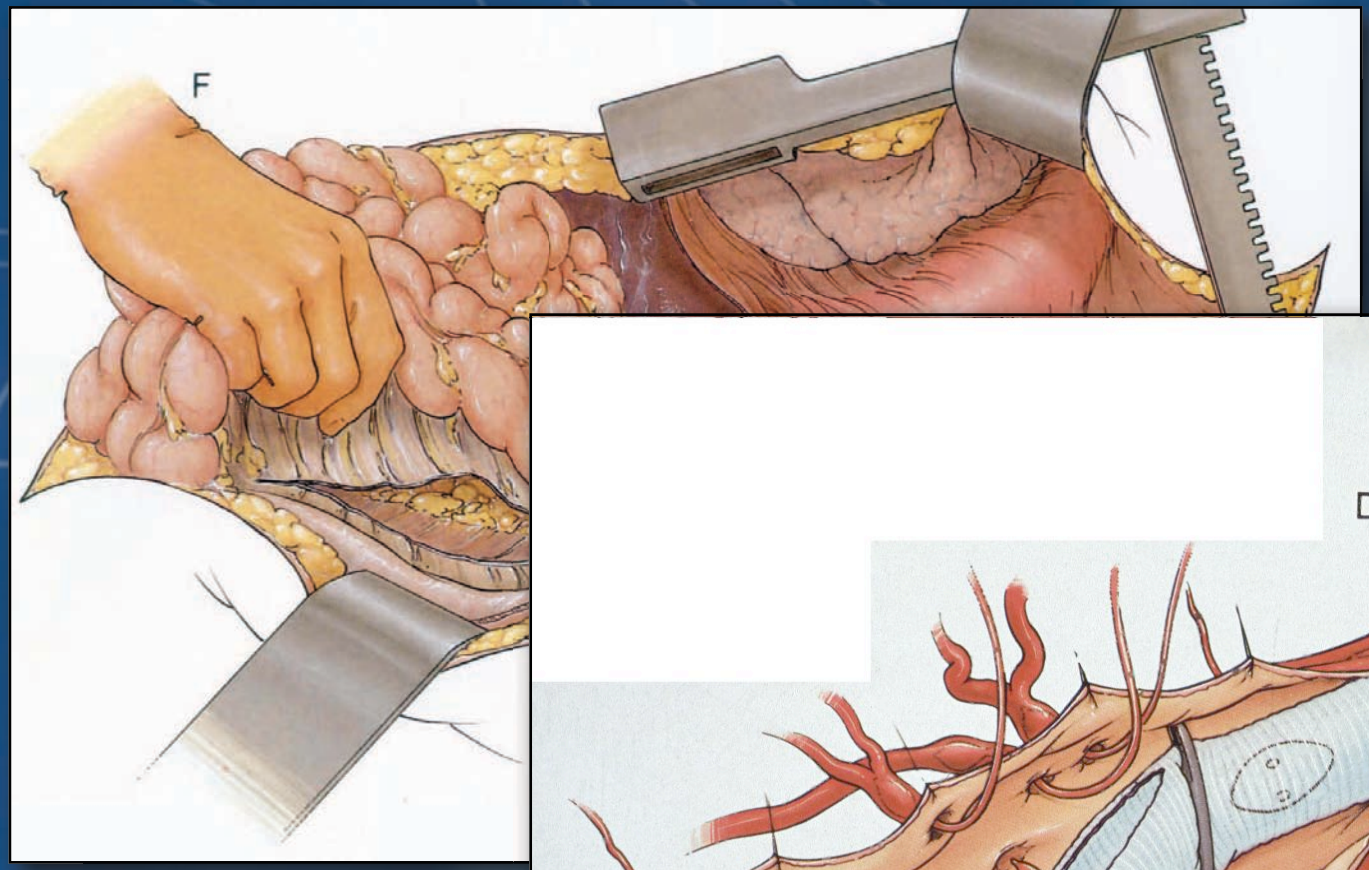
OR for Endovascular Treatment

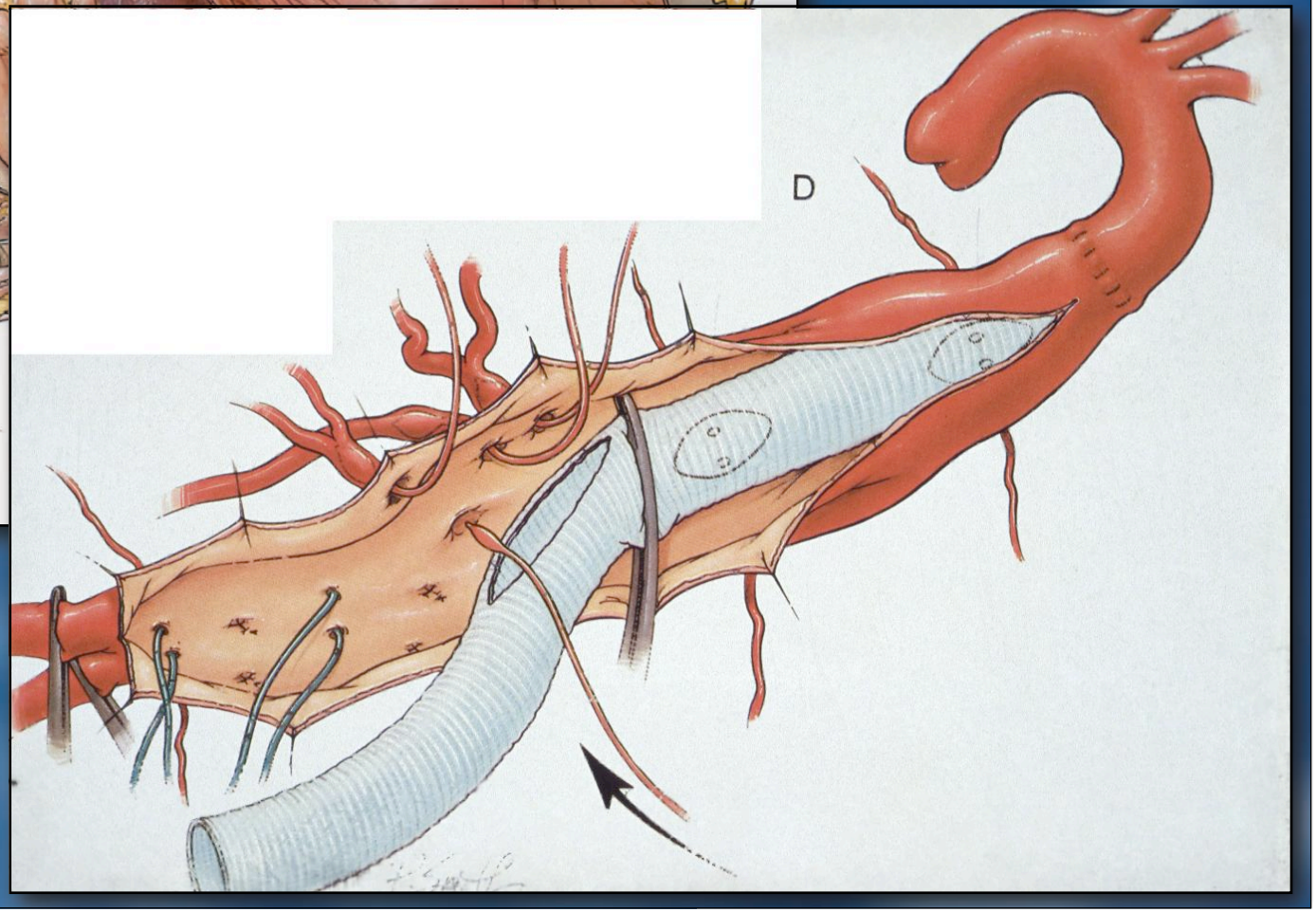
Foto: J.G.Skogås

Foto: J.G.Skogås

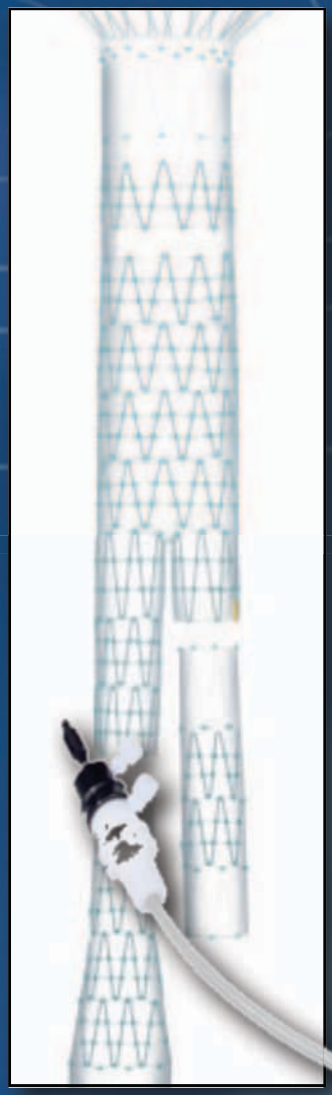
OR for Endovascular Treatment

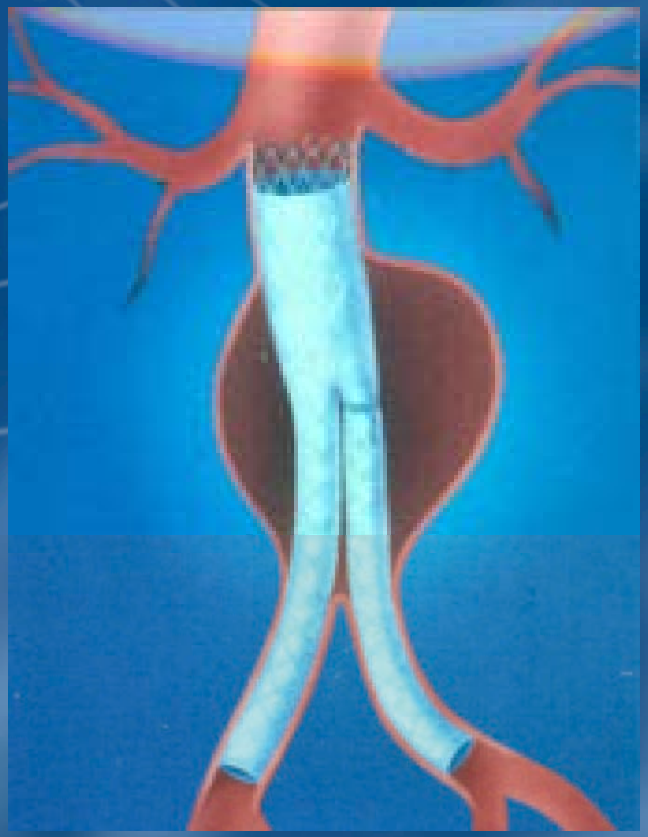
Open surgery

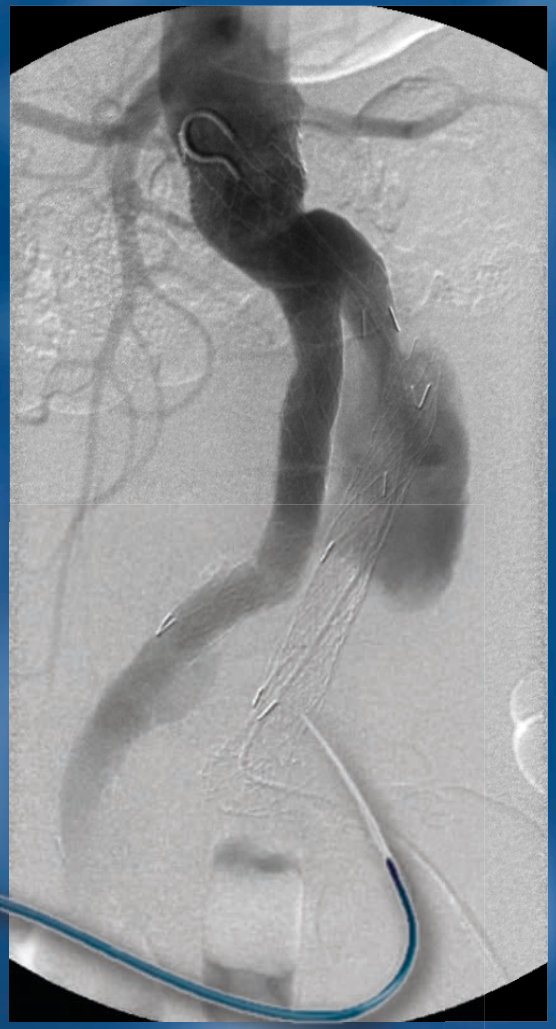




Endovascular treatment





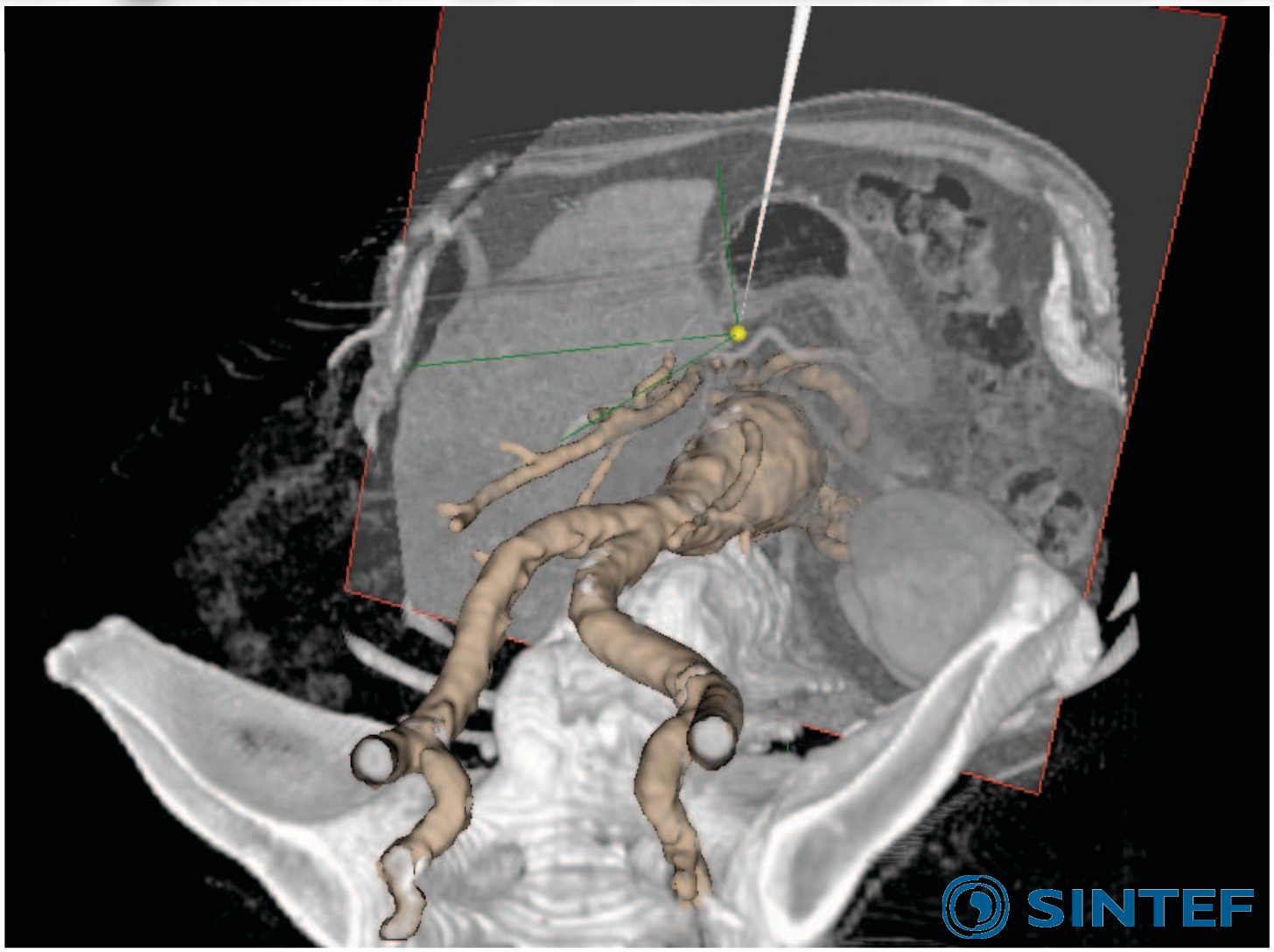


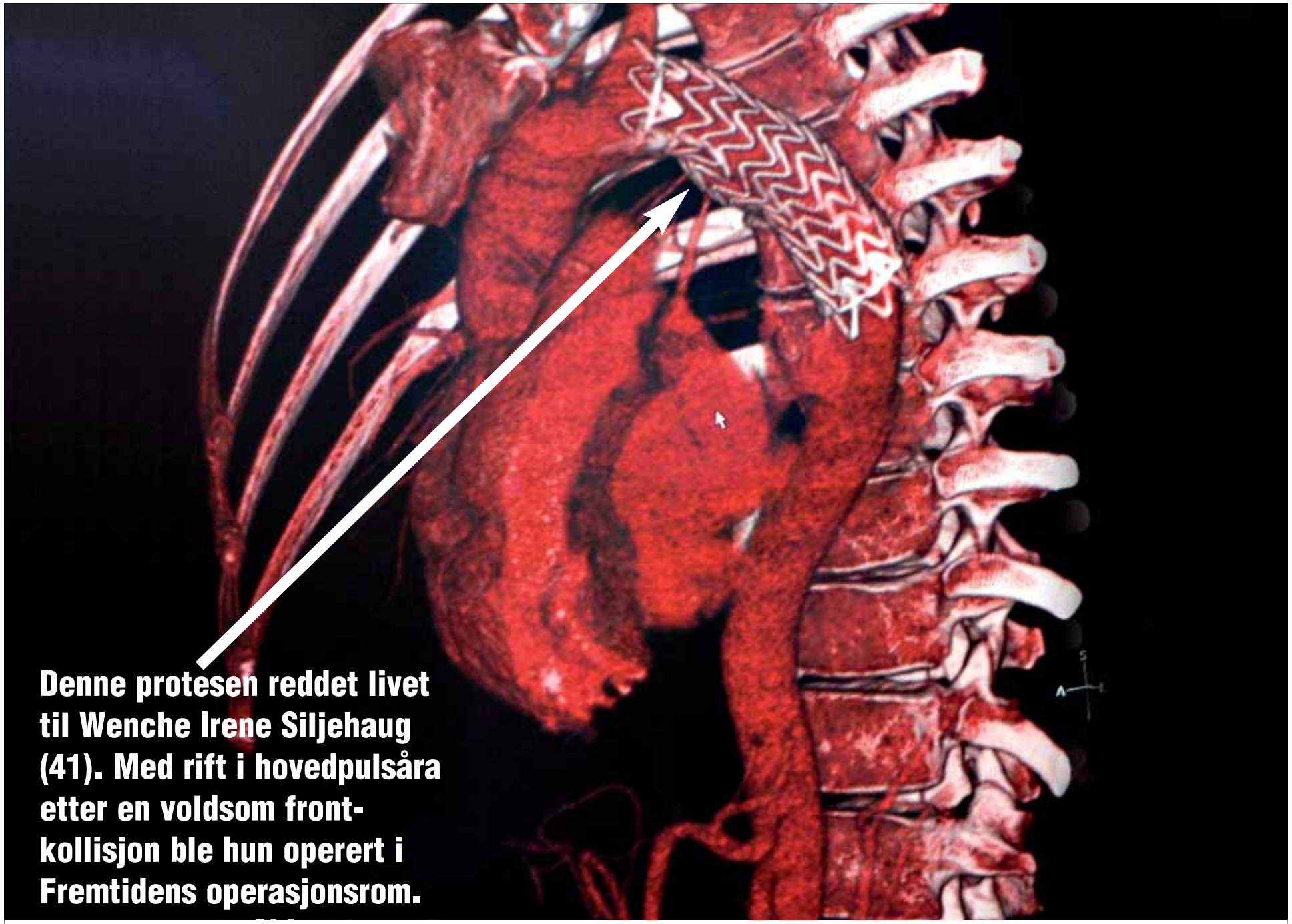
3D navigation for aortic stentgrafting

Frode Manstad-Hulaas

Institute of Circulation and Imaging

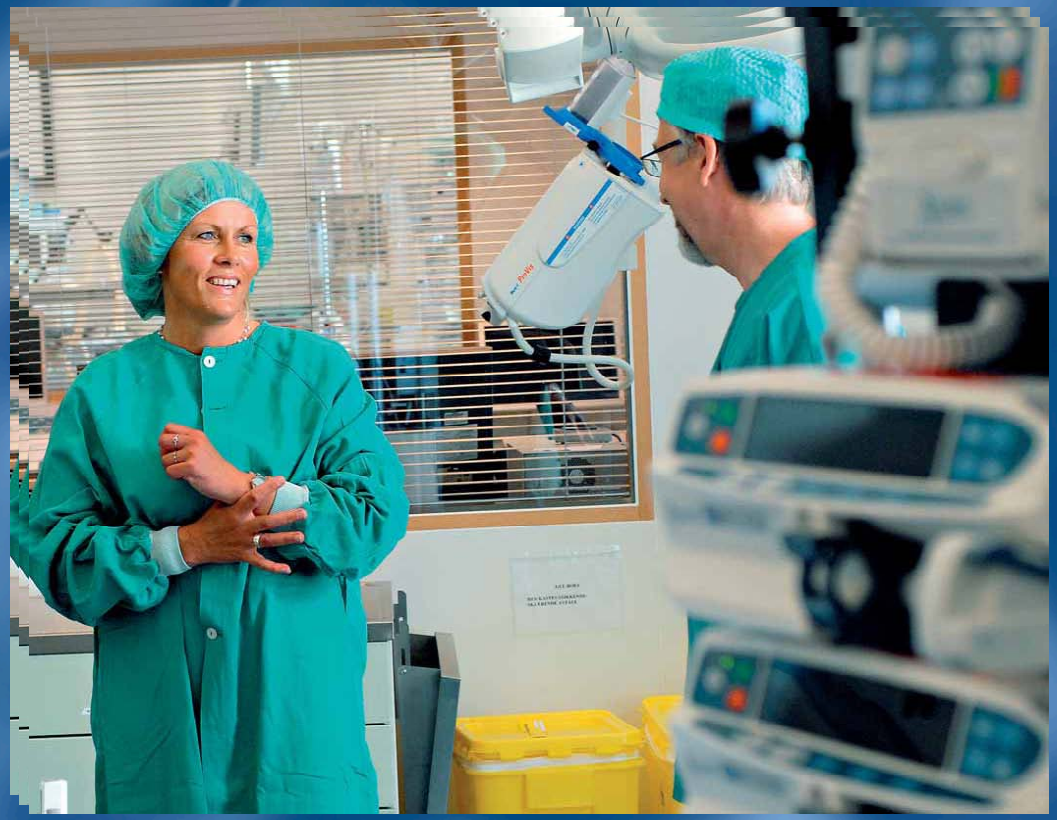
Navigation in Endovascular treatment





Denne protesen reddet livet til Wenche Irene Siljehaug (41). Med rift i hovedpulsåra etter en voldsom front-kollisjon ble hun operert i Fremtidens operasjonsrom.

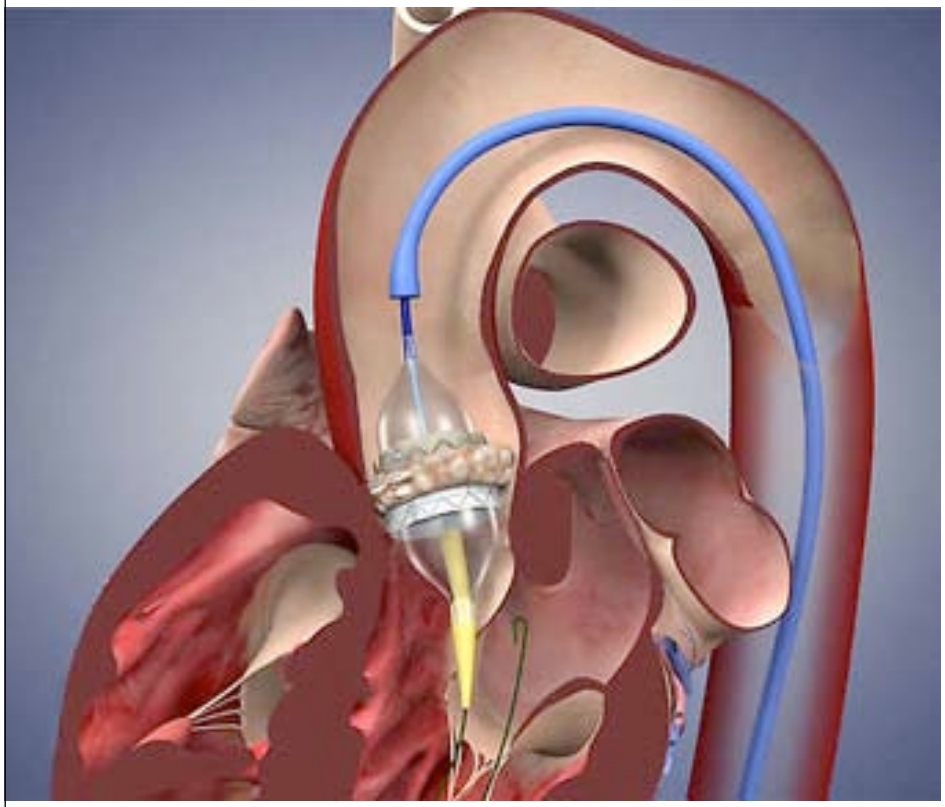
Behandlet i et av verdens mest avanserte operasjonsrom

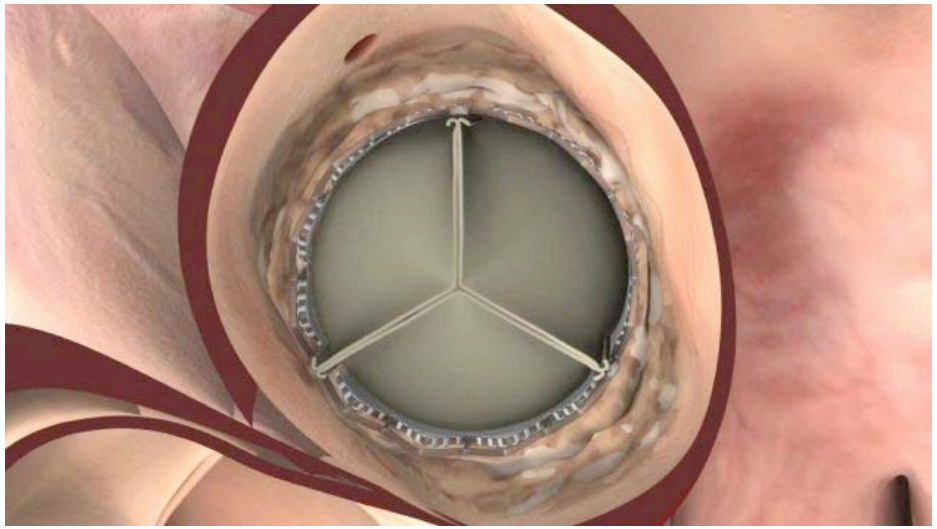


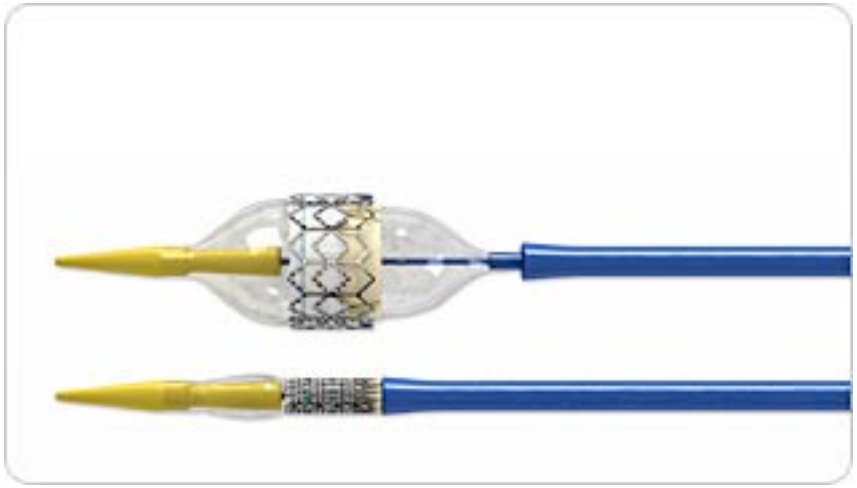
”Forutsetningen for inngrepet var topp røntgenutstyr på Operasjonsrommet”

Staal Hatlinghus / Pulsen 25.06.07

Edwards SAPIEN Transcatheter Heart Valve (THV)



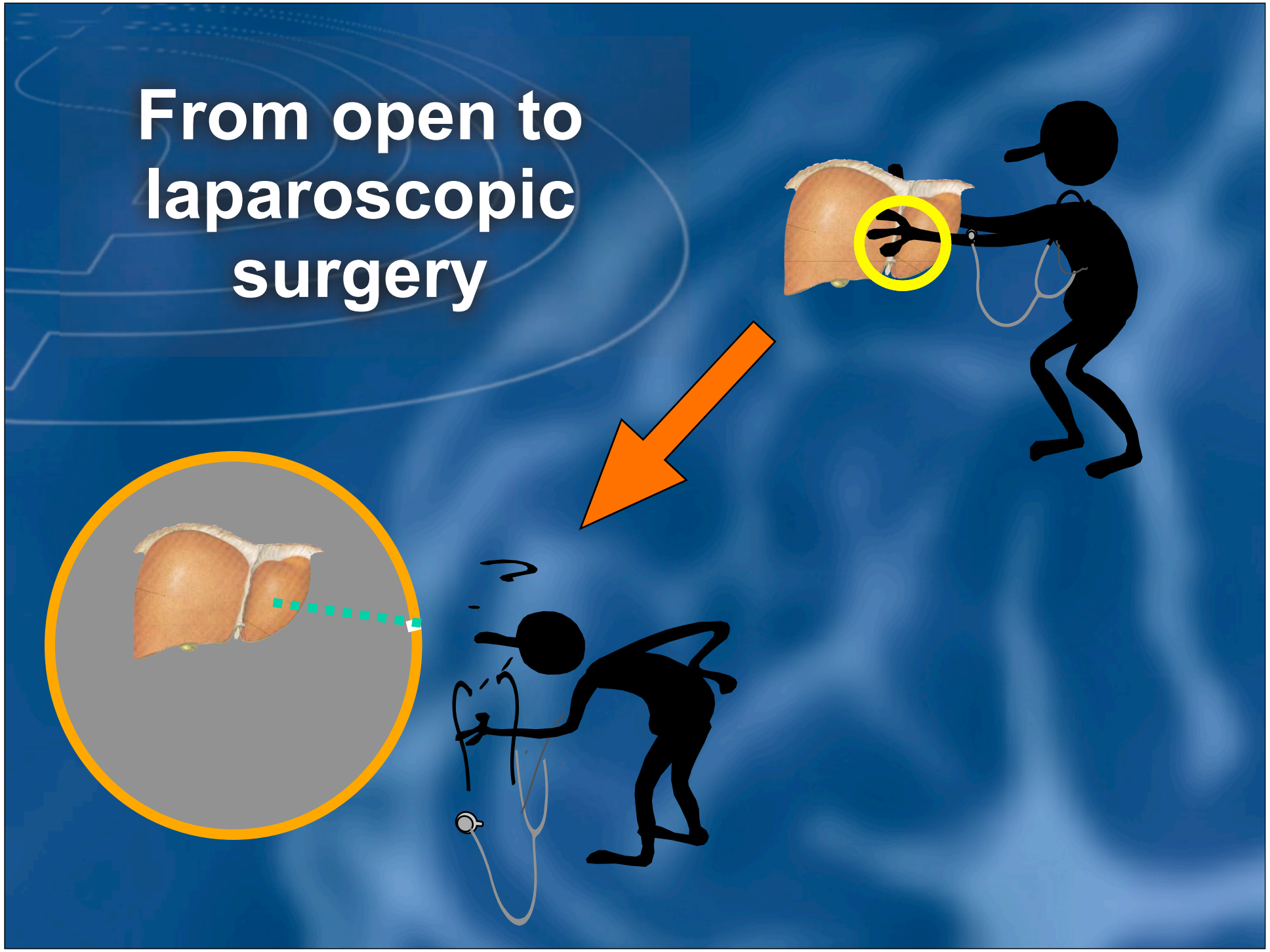




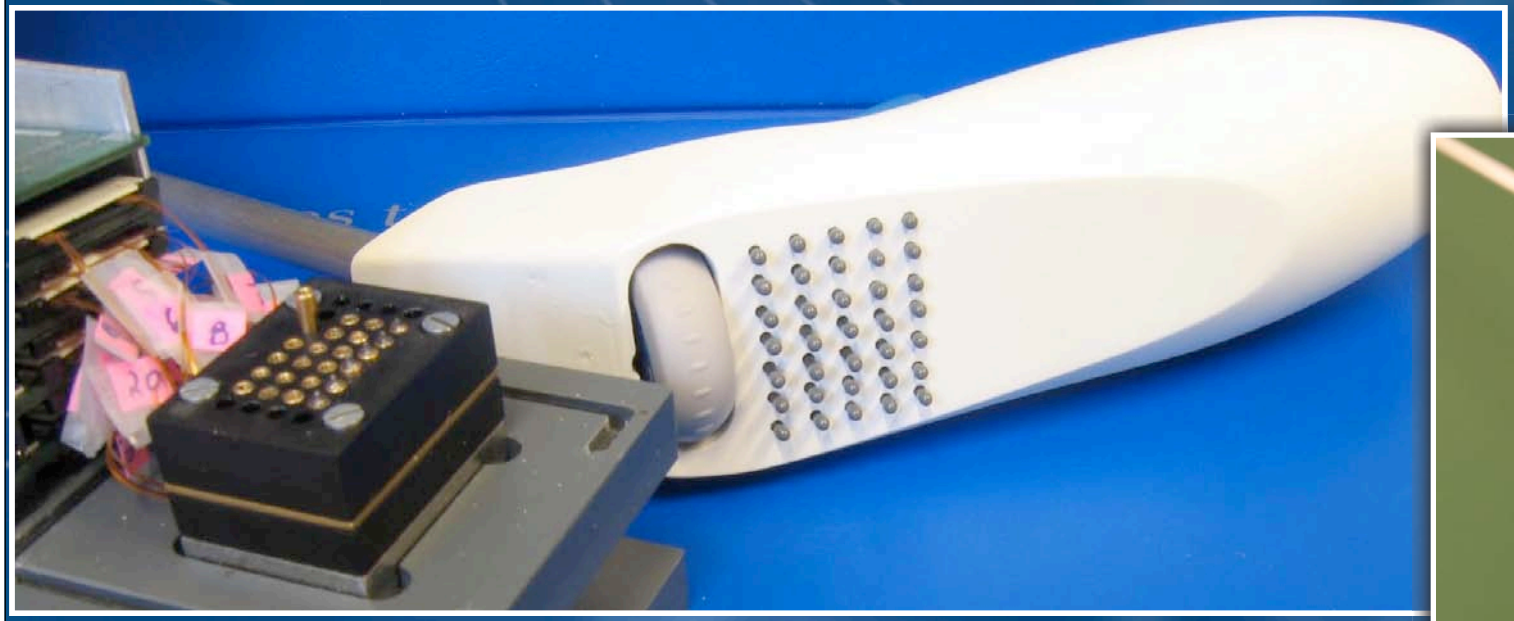
OR for Laparoscopic Surgery

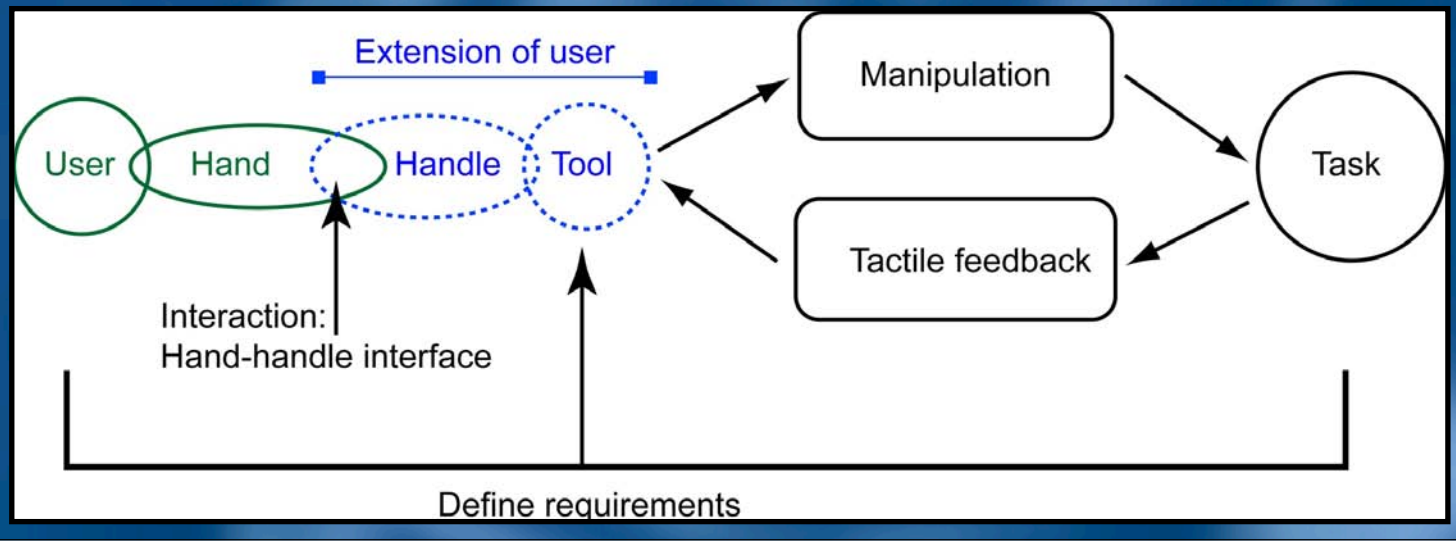
Mai 2005

From open to laparoscopic surgery

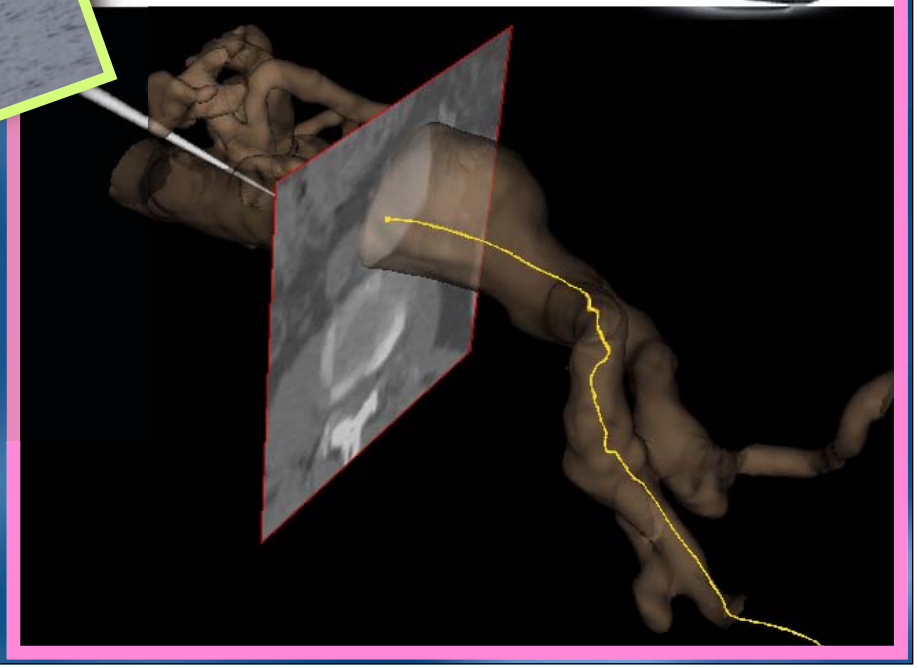


Tactile display





Navigation in laparoscopy



Navigation in laparoscopy

Multimodality visualization

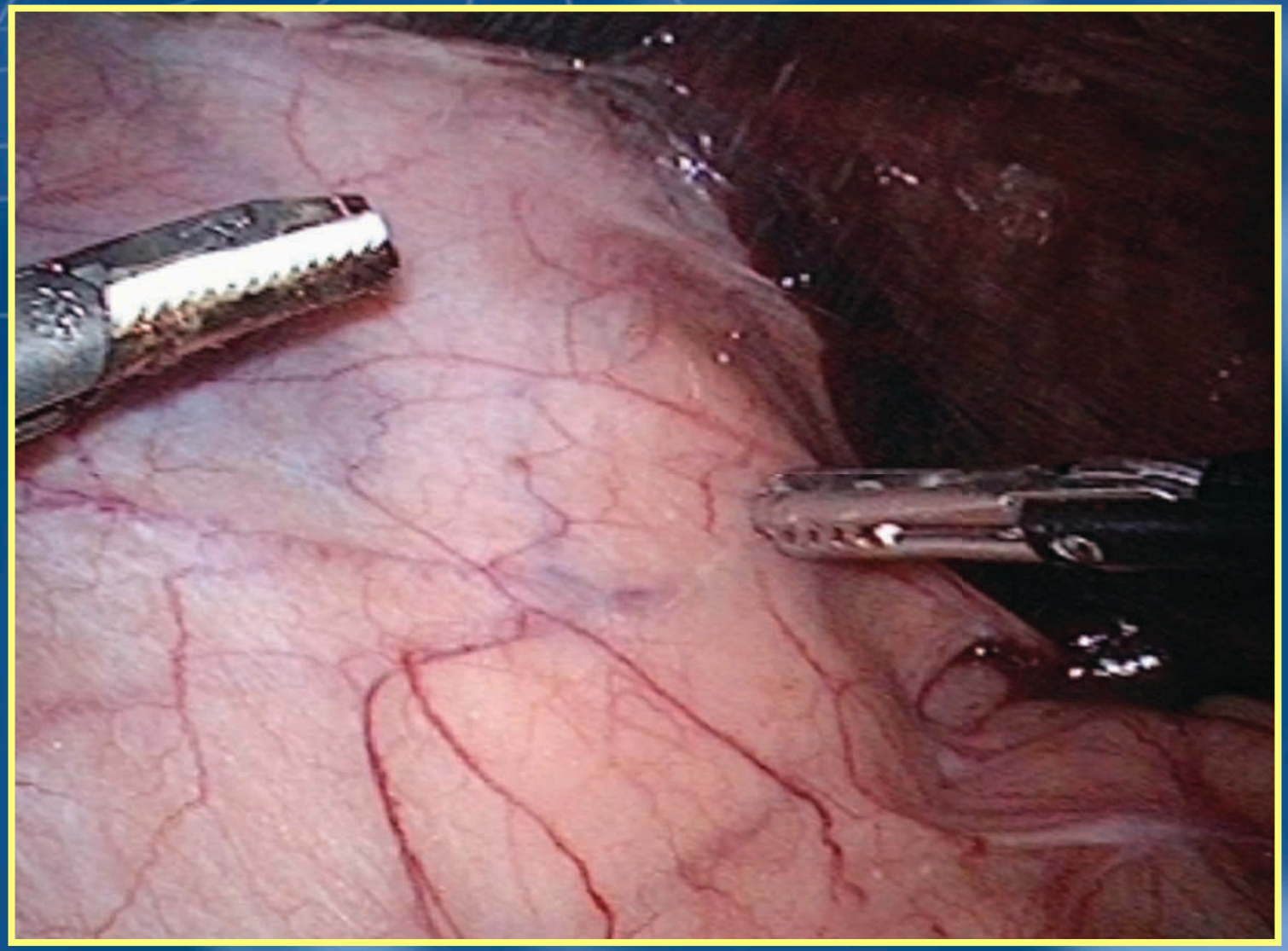
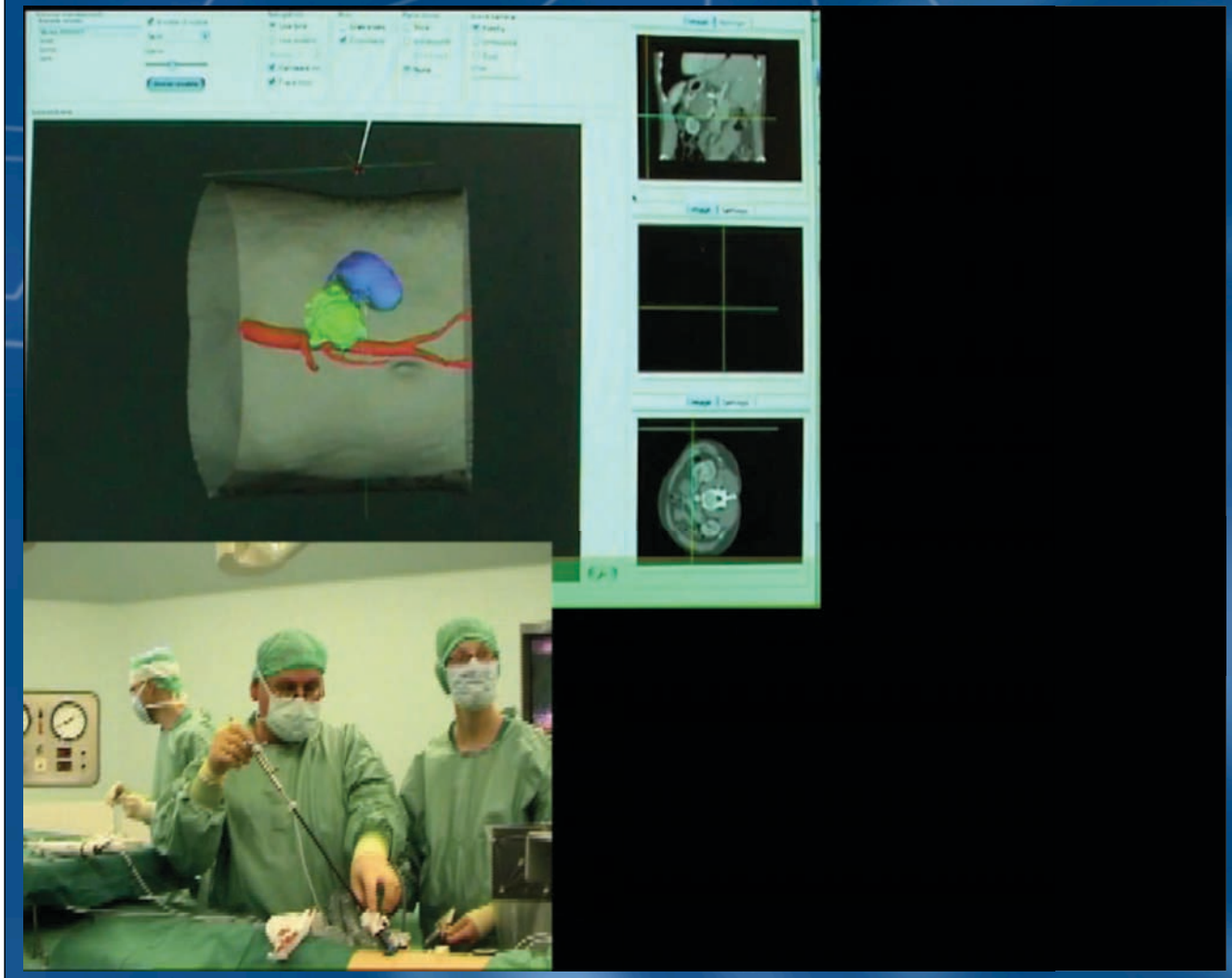
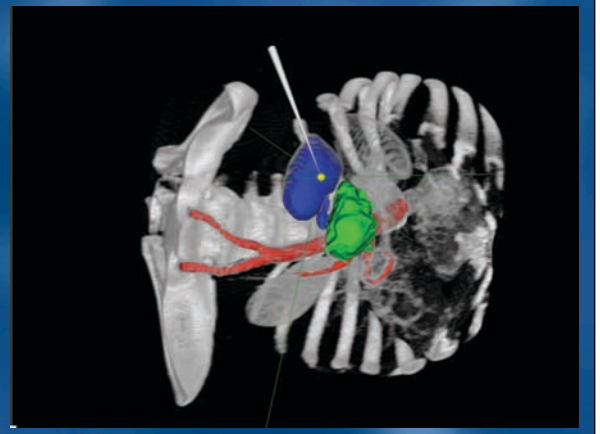


Image-guided laparoscopic surgery

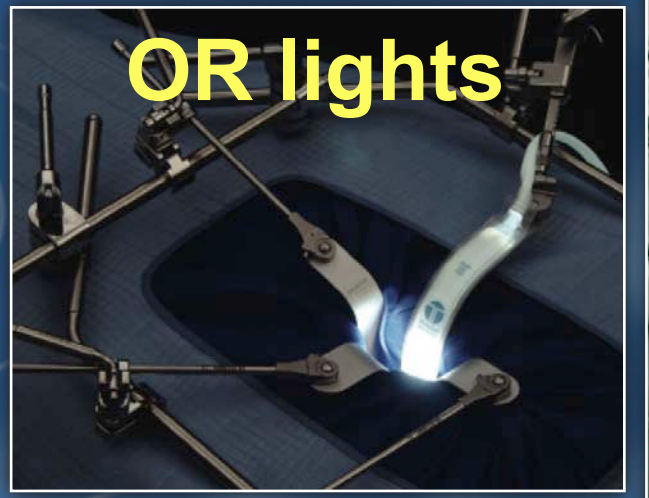


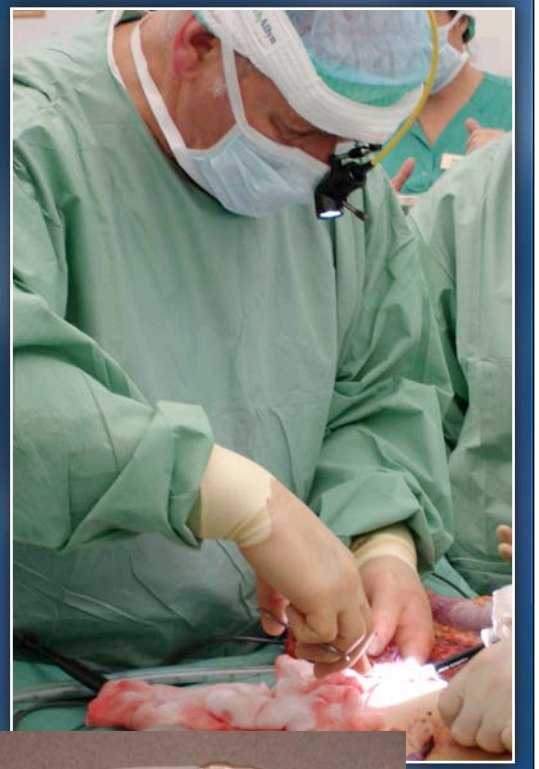


Navigation technology and 3D images

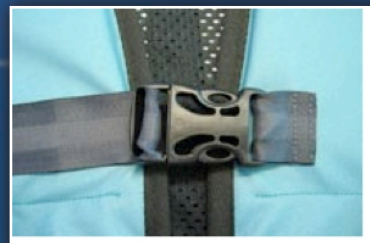
Ergonomics

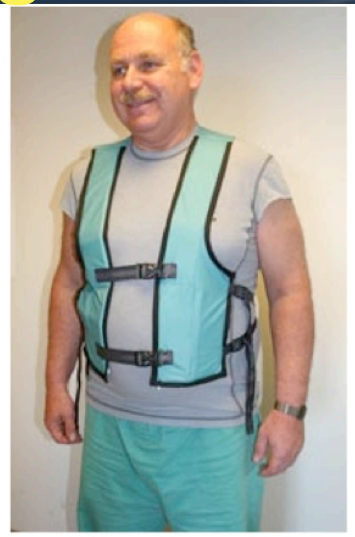
OR lights

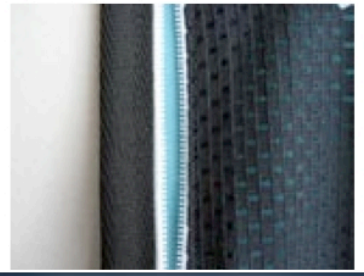




Cooling vest







Draping

Platform

Handles

Visualization

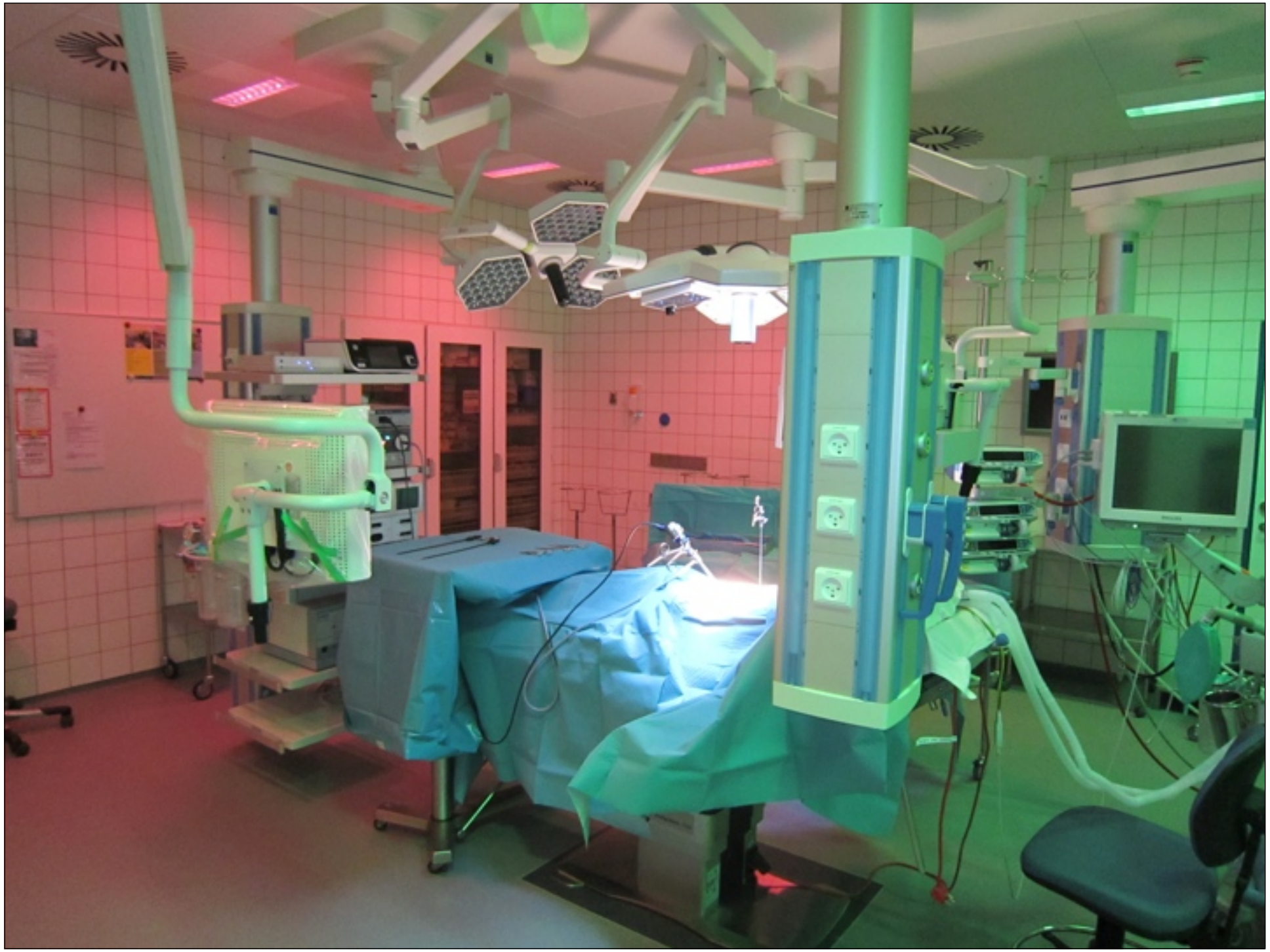
Pedals

Lights

OLYMPUS
EndoALPHA

OLYMPUS

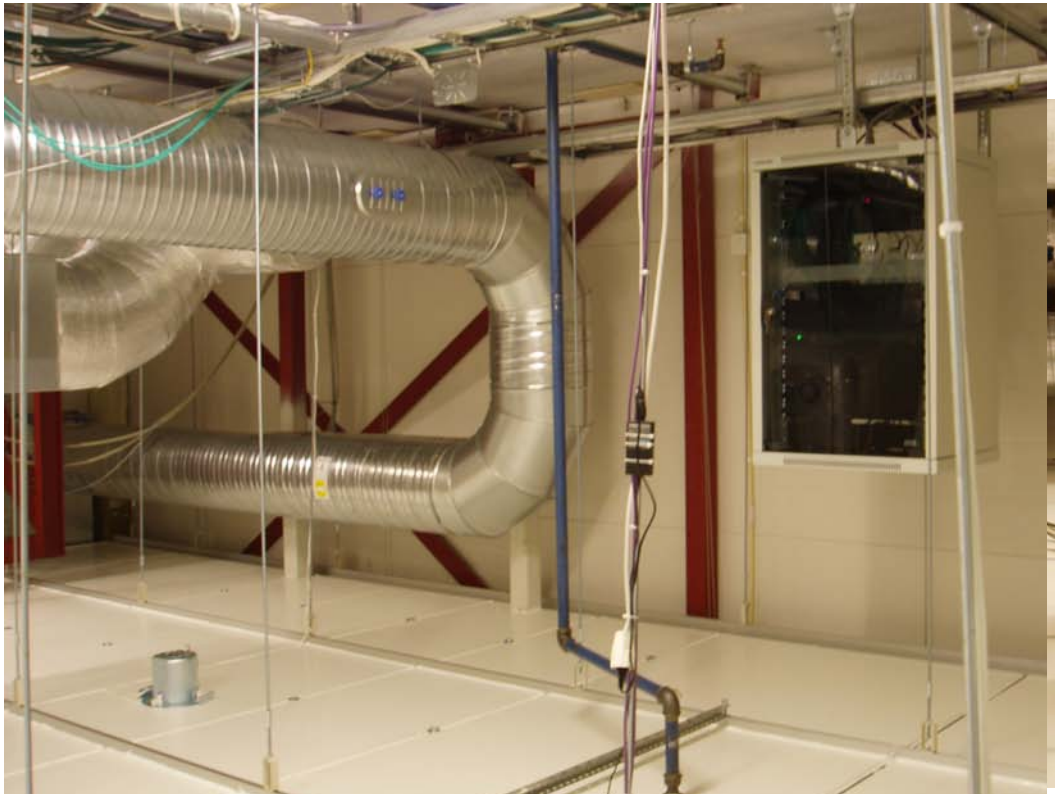
EndoALPHA
EndoALPHA
Índice de imágenes
Lista trab.
Ubic.
Nombre del paciente
ID del paciente
Últimos 4
Procedimiento
ABADIA GUAL, VICENTA
ADELL RALLO, MARINA
AGUILAR ESPADA, AURORA
AGUILAR ESPADA, AURORA
AGUILAR QUEROL, AMPARO
AGUSTI BENAJES, DAVID
AGUSTINA AHICART, JUAN
AGUSTINA LOPEZ, MARCOS
AGUT MONTOLIU, JUAN JOSE
AHIS BRAVO, JUAN A
AHIS BRAVO, JUAN A
ALBALAT MESTRE, JOSE
ALBALATE ORENGA, JOSE RICARDO
ALBALATE ORENGA, JOSE RICARDO
ALBALATE ORENGA, JOSE RICARDO
ALBALATE ORENGA, JOSE RICARDO
ALBALATE ORENGA, JOSE RICARDO
ECOGRAFIA
RX PIE
RX CADERA
RAQUIS C.LI
RM MAMA
RX ABDOME
RX TORAX
RX HOMBRO
RM DIFUSIO
RM VASCUL
RAQUIS 30
RX TORAX
PELVIS
RAQUIS C.LI
RAQUIS C.D
PELVIS



Robotassisted laparoscopic surgery

ST. OLAVS HOSPITAL
TRONDHEIM UNIVERSITY HOSPITAL

NTNU
Innovation and Creativity

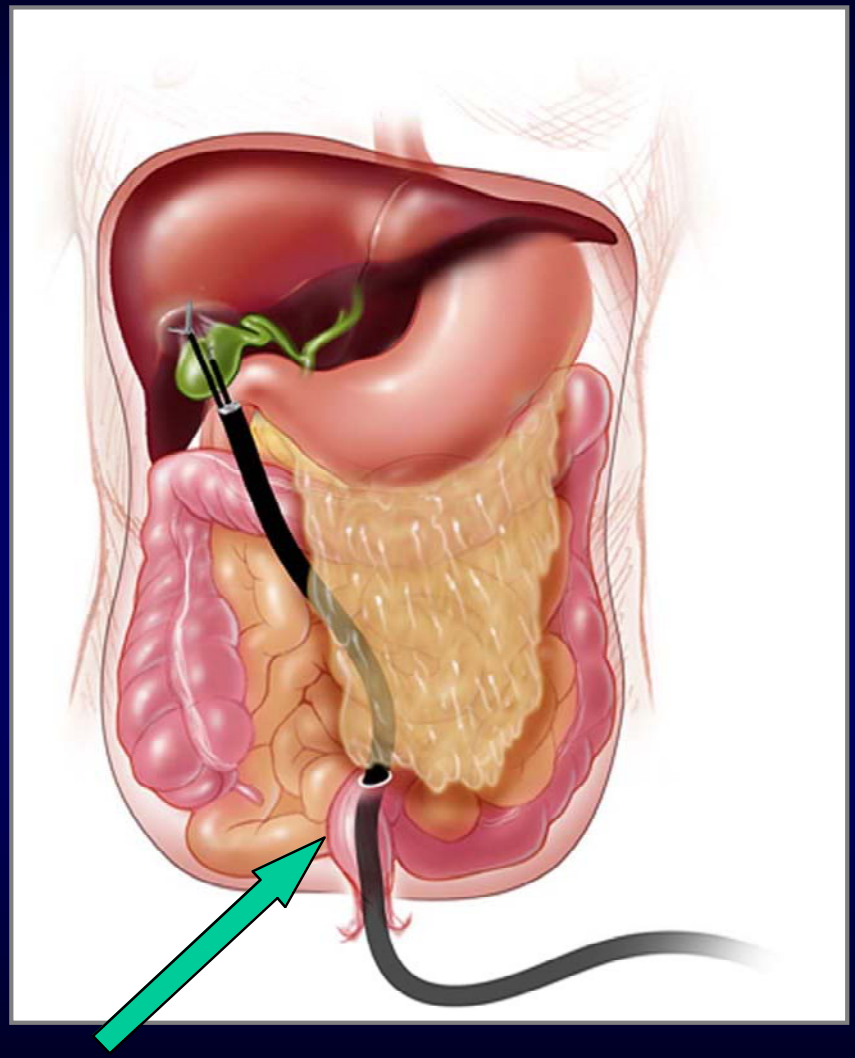


Technical room

- infrastructure set-up
- location of medical devices
- easy access for updates and service

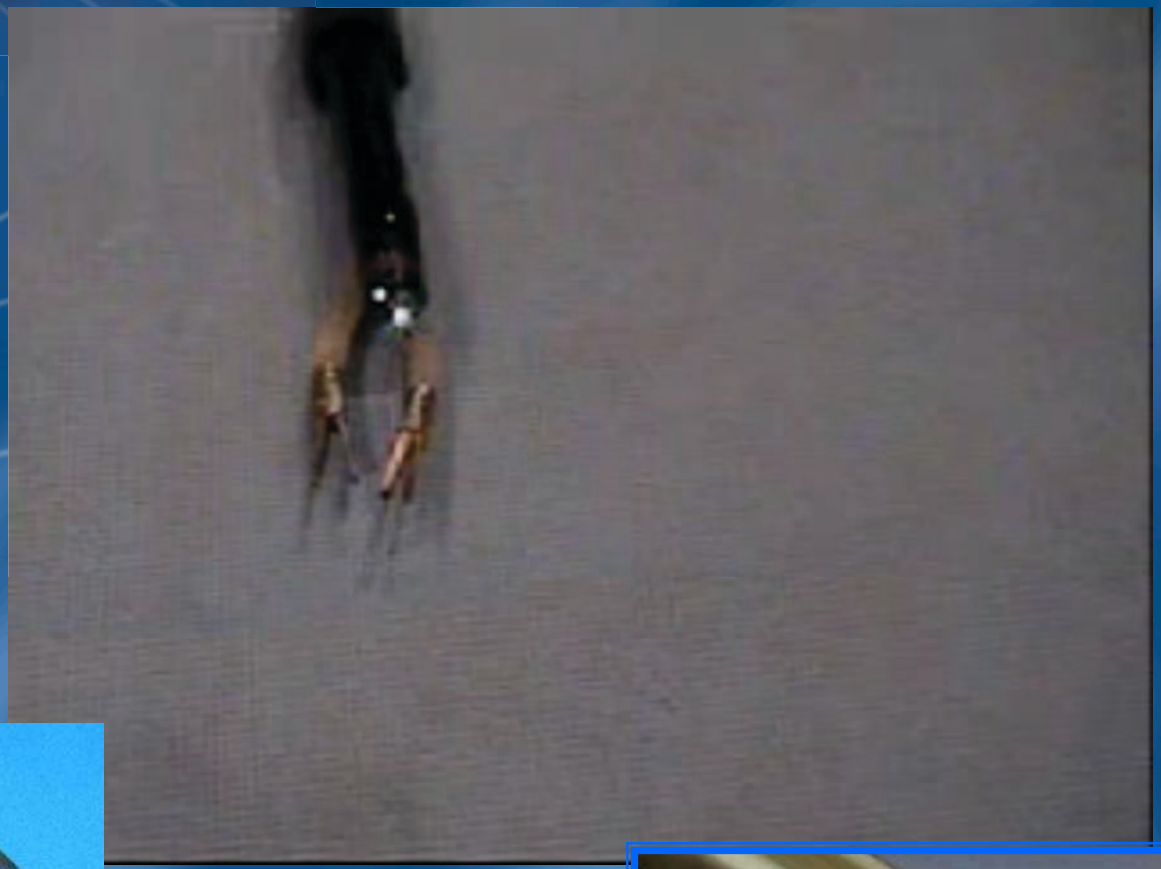
NOTES

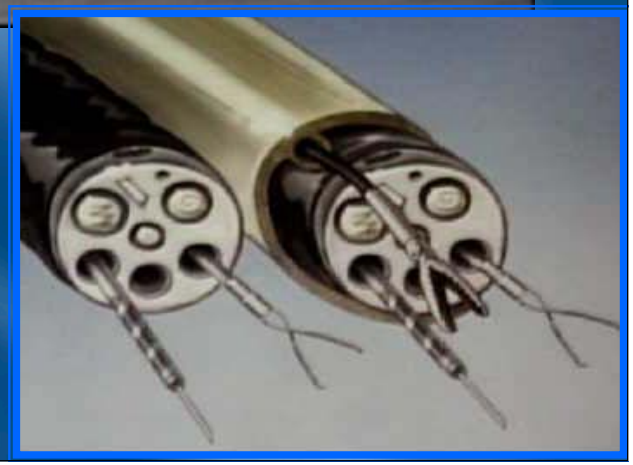
Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery



Trans Rectal Access

Endoscopic Surgery





GI - technology

VECTOR: Versatile Endoscopic Capsule for gastrointestinal TumOr Recognition and therapy

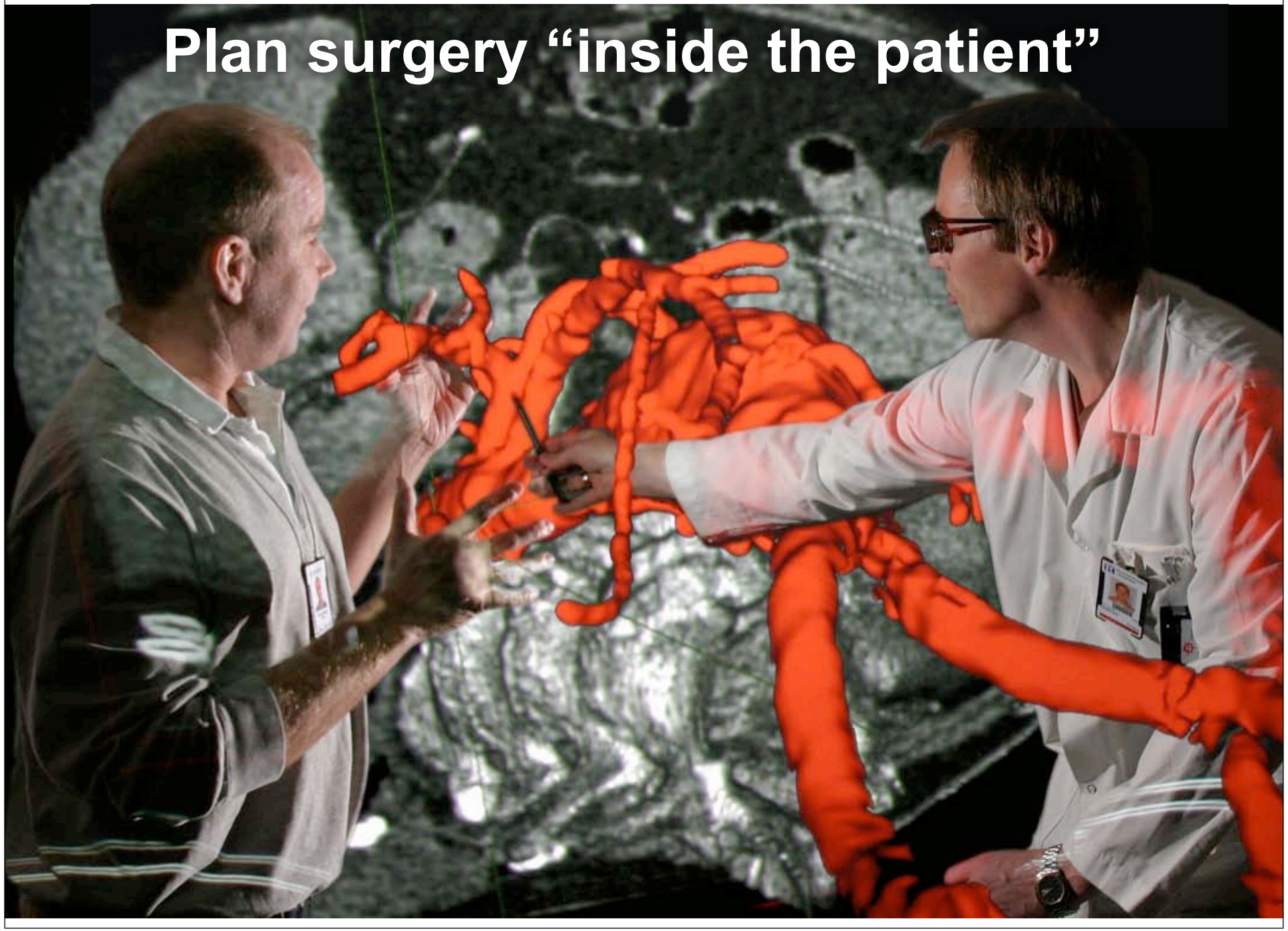
Screening and early detection of cancers in the digestive tract

- **Medical goal: enable medical devices through advanced technology that can dramatically improve early detection and treatment of GI early cancers and cancer precursors**

ST. OLAVS HOSPITAL
TRONDHEIM UNIVERSITY HOSPITAL

NTNU
Innovation and Creativity

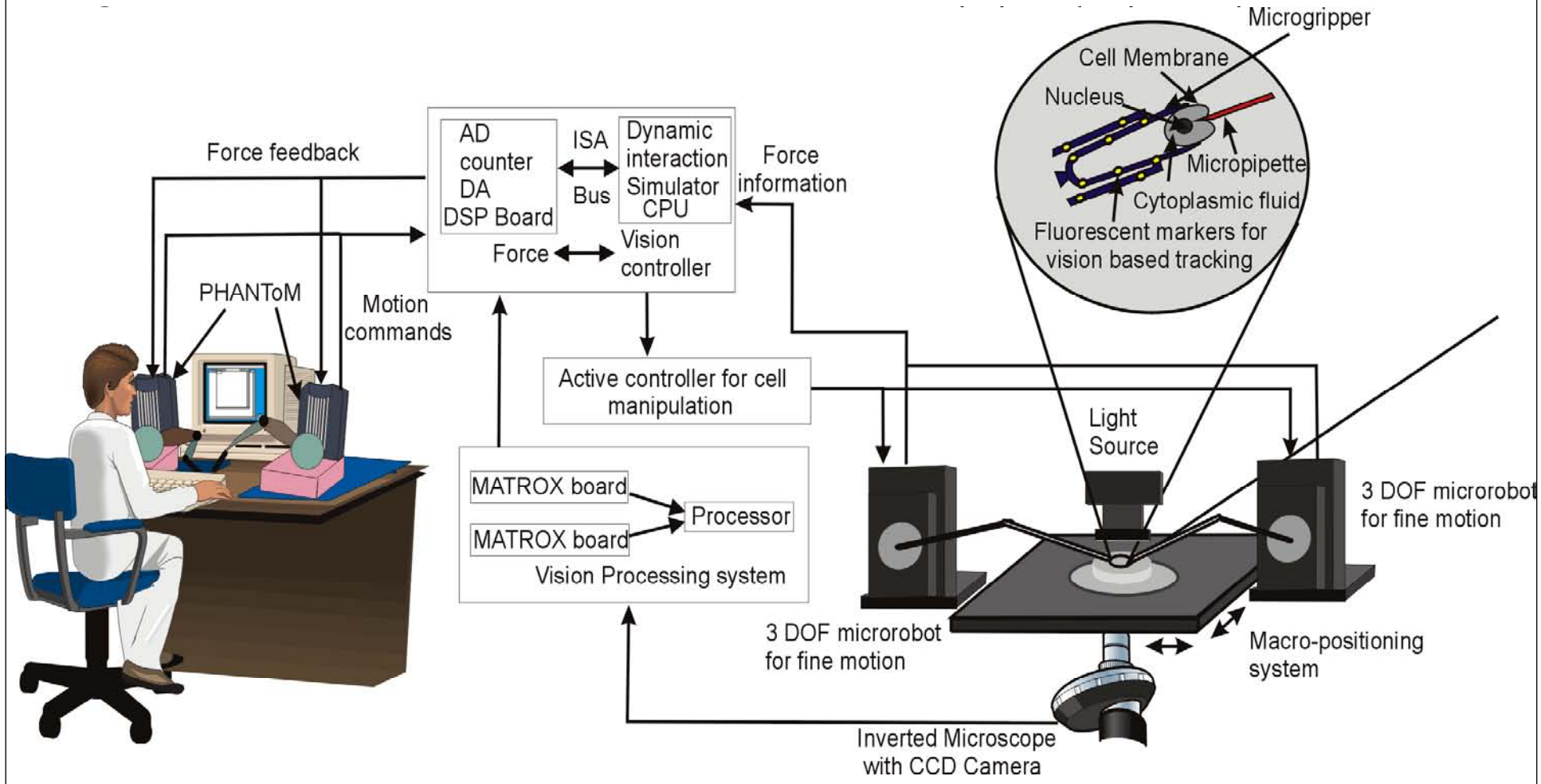
Plan surgery “inside the patient”



Europe's first HD-video based OR

Integrated surgical auditorium
Advanced communication technology in surgical education and work flow analysis

Future surgical techniques

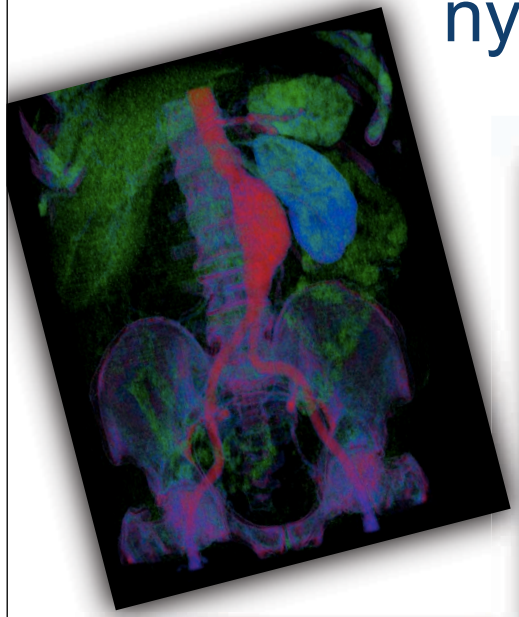


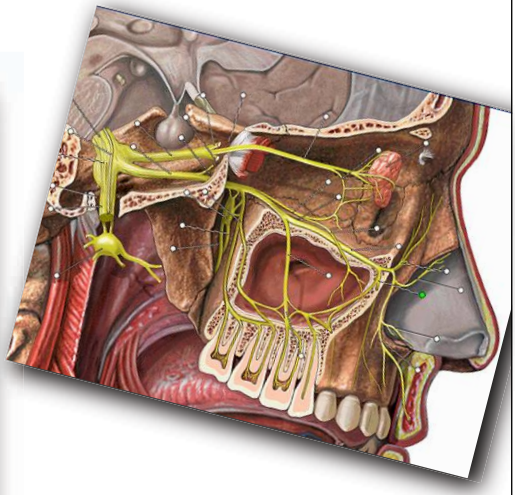
Cellular and molecular

ST. OLAVS HOSPITAL
UNIVERSITETSSYKEHUSET I TRONDHEIM
NTNU
Det skapende universitet

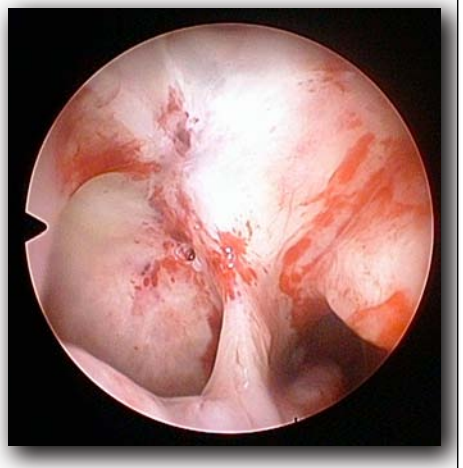
Fremtidens operasjonsrom i Trondheim

En arena hvor en kan prøve ut nye løsninger i videste forstand





- 17 pågående PhD
- Mastergrader
- Bachelor



Arbeidstilsynet

SINTEF Arbeidsseminar/Workshop

Energieffektive måter å oppnå funksjonskrav for sykehus

Fredag 25. mai 2012, Forskningsveien 1, Oslo

Jan Vilhelm Bakke Phd, overlege i Arbeidstilsynet

Førsteamanuensis i miljømedisin, NTNU

6

Residential and commercial[1] buildings

Coordinating Lead Authors:
Mark Levine (USA), Diana Ürge-Vorsatz (Hungary)

Lead Authors:
Kornelis Blok (The Netherlands), Luis Geng (Peru), Danny Harvey (Canada), Siwei Lang (China), Geoffrey Levermore (UK), Anthony Mongameli Mehlwana (South Africa), Sevastian Mirasgedis (Greece), Aleksandra Novikova (Russia), Jacques Rilling (France), Hiroshi Yoshino (Japan)

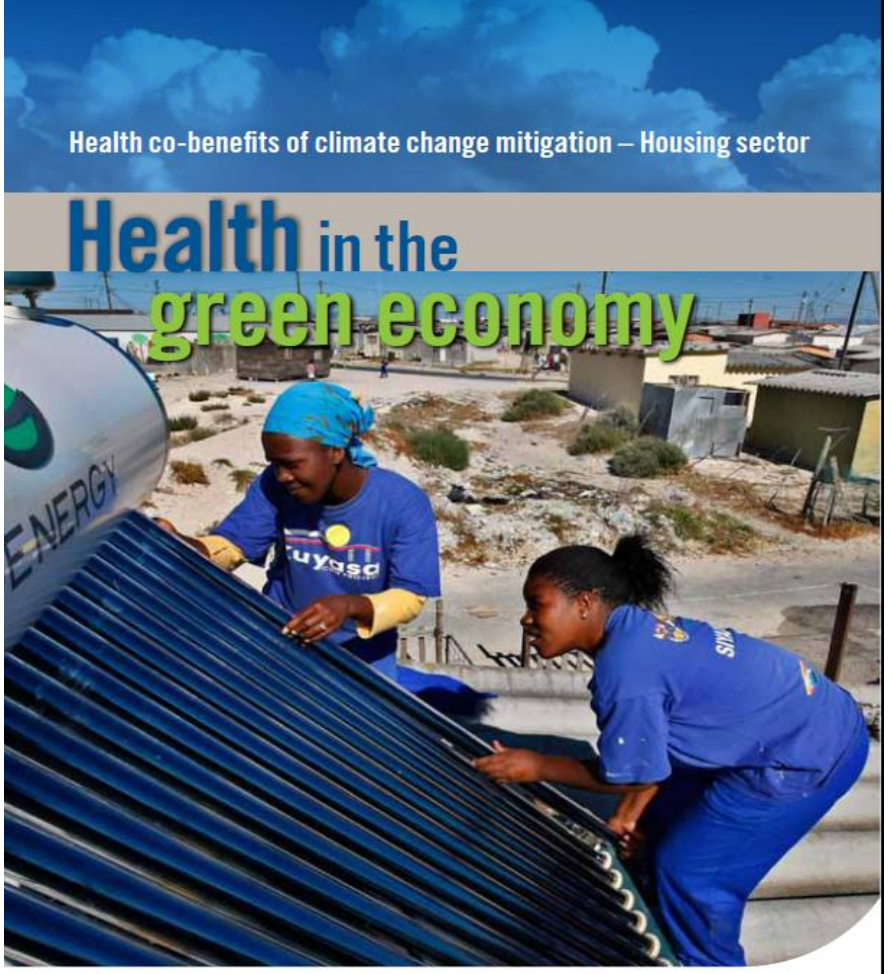
Contributing Authors:
Paolo Bertoldi (Italy), Brenda Boardman (UK), Marilyn Brown (USA), Suzanne Joosen (The Netherlands), Phillipe Haves (USA), Jeff Harris (USA), Mithra Moezzi (USA)

Review Editors:
Eberhard Jochem (Germany), Huaqing Xu (PR China)

This chapter should be cited as:
Levine, M., D. Ürge-Vorsatz, K. Blok, L. Geng, D. Harvey, S. Lang, G. Levermore, A. Mongameli Mehlwana, S. Mirasgedis, A. Novikova, J. Rilling, H. Yoshino, 2007: Residential and commercial buildings. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

1 The category of non-residential buildings is referred to by different names in the literature, including commercial, tertiary, public, office, and municipal. In this chapter we consider all non-domestic residential buildings under the "commercial" sector.

Levine M, Urge-Vorsatz D. Residential and commercial buildings In: Metz, B et al. eds. Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 2007. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter6.pdf



WHO 2011. Health in the green economy: health co-benefits of climate change mitigation – housing sector: http://www.who.int/hia/green_economy/en/index.html

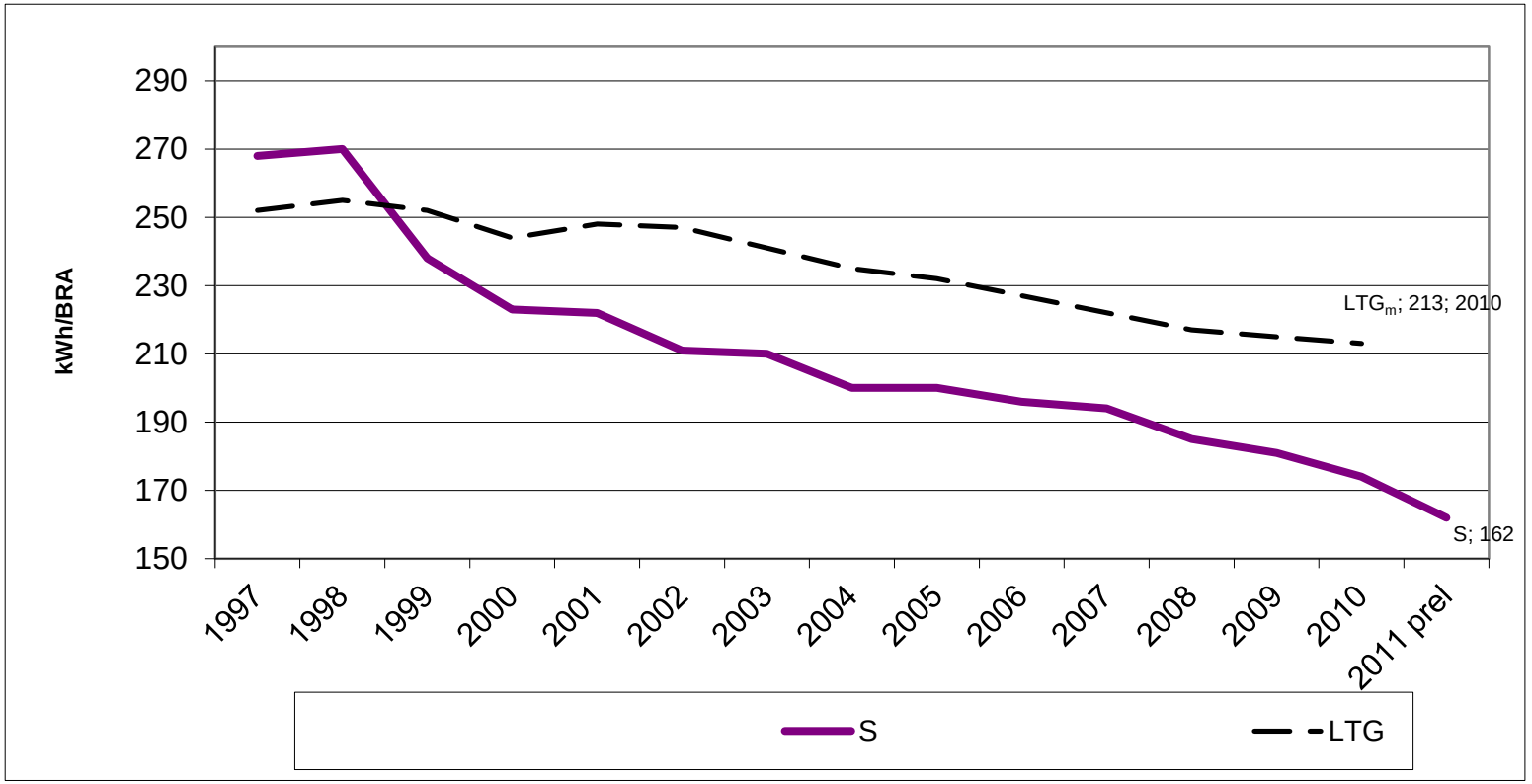
Landstinget i Värmland

Förvaltar ca 415 000 m^2 egna lokaler

7000 medarbetare

620 vårdplatser

Det offentliga Sveriges lägsta nyckeltal avseende behov av köpt energi.



Från 270 kWh/m² till 160 kWh/m² !!!

Peter Hultman, VVS ingeniør

Samarbeid med

- Jimmy Lindblad, arbetsmiljöingeniør, Landstingshälsan, Landstinget i Värmland
- Lena Andersson, PhD, Yrkeshygieniker, Arbets- och miljömedicinska kliniken, Universitetssjukhuset Örebro

Peter Hultman och Bengt-Åke Karlsson från Landstingsfastigheter tog emot utmärkelsen Kvartalets idé på Landstingsfullmäktige tisdagen den 21 juni.

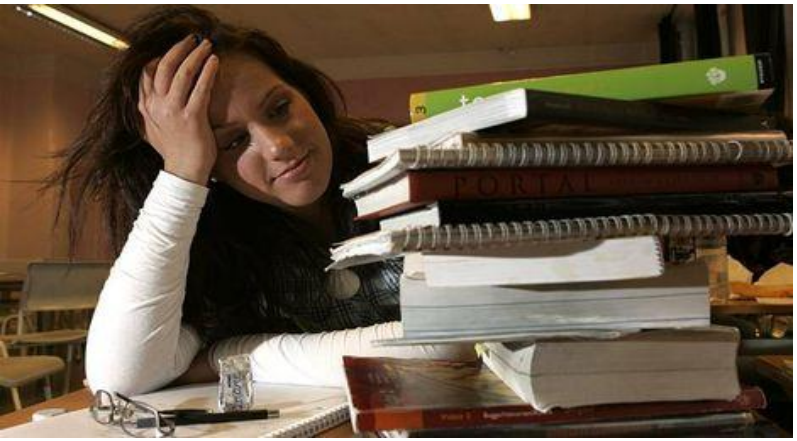
http://www.liv.se/Aktuellt/Artiklar-och-reportage/Landstingsfastigheter-fick-utmarkelsen-kvartalets-ide-/

Landstinget i Värmland är klimatsmarta

Lars Nilsson, fastighetschef på LF Värmland, Peter Hultman, teknikförvaltare Lf Värmland och Jimmy Lindblad, arbetsmiljöingenjör vid Landstingshälsan i Värmland.

Hur får man en bättre inomhusmiljö samtidigt som man sparar pengar och miljöresurser? Landstingsfastigheter i Värmland har receptet. På konferensen *Inomhusklimat 2012* berättade de hur det gick till.
http://www.orebroll.se/sv/uso/Patientinformation/Kliniker-och-enheter/Arbets--och-miljomedicinska-kliniken/Nyhetsarkiv/Nyheter-februari/Landstinget-i-Varmland-ar-klimatsmarta/

Undervisning, skoler, syke- og pleieinstitusjoner

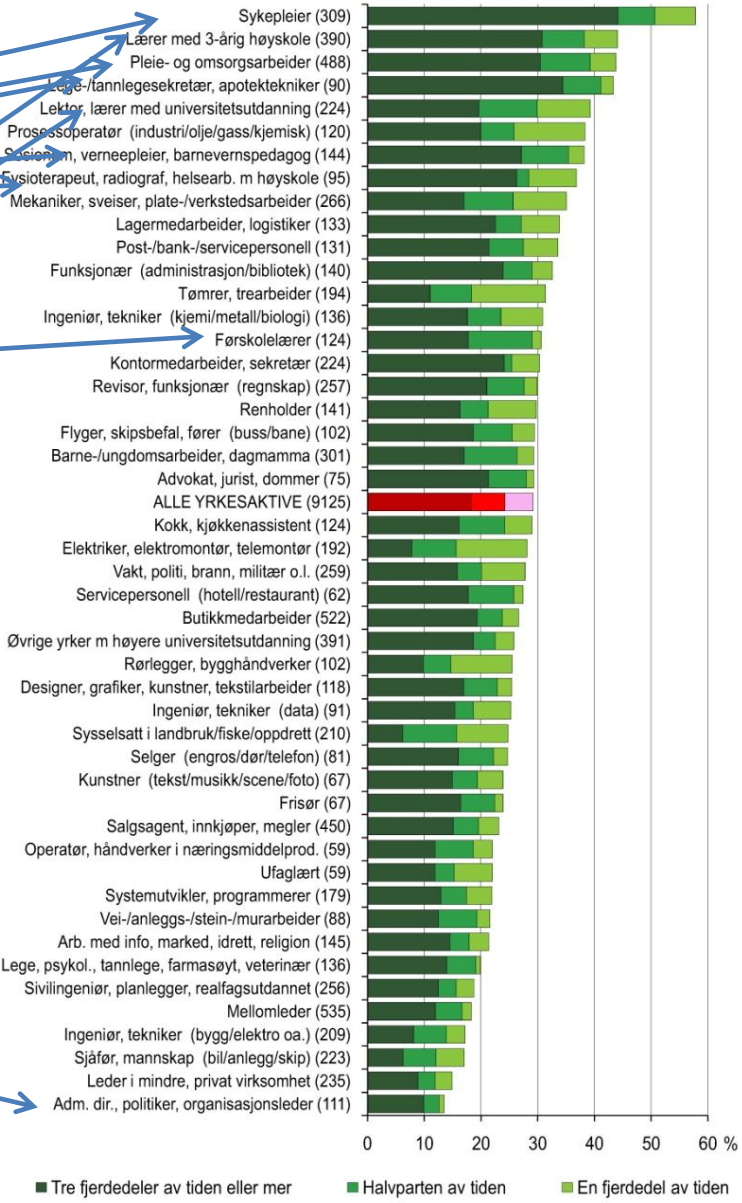


Dårlig inneklima på jobben 2009

- Syke og pleiesektoren
- Undervisningssektoren
  - Grunnskole
  - Høyskole
  - Barnehager
- Adm. Dir., politiker, organisasjonsleder

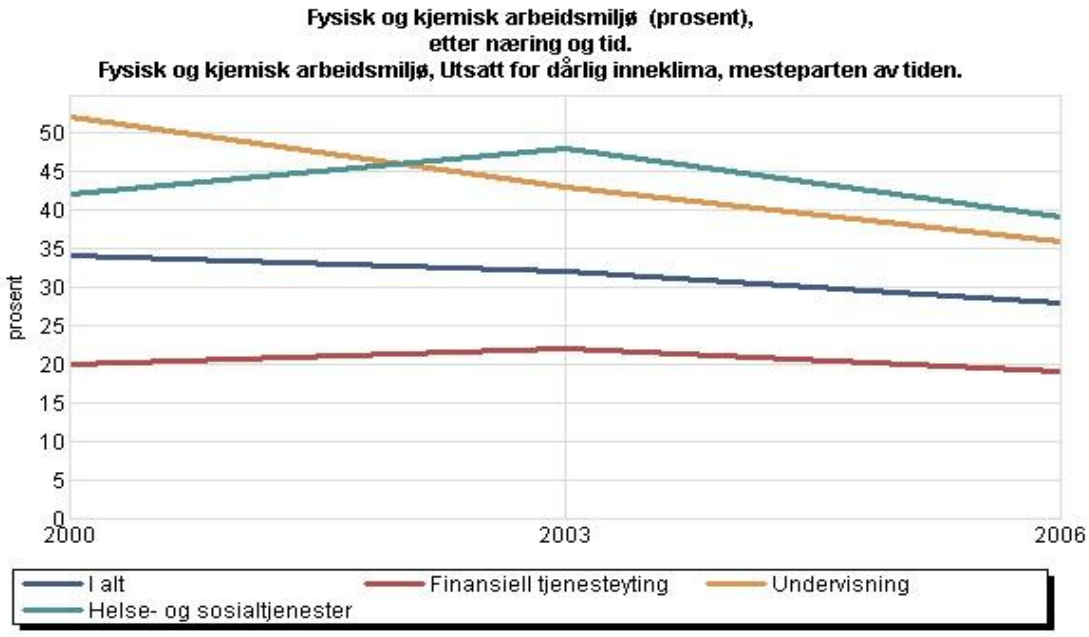
Prosentandel som er utsatt for trekk, tørr luft, dårlig ventilasjon eller andre former for dårlig inneklima i sitt daglige arbeid etter yrkesgruppe.

(Kilde: Fra STAMI/NOA 2011. Faktabok om arbeidsmiljø og helse 2011, SSB LKU 2009)

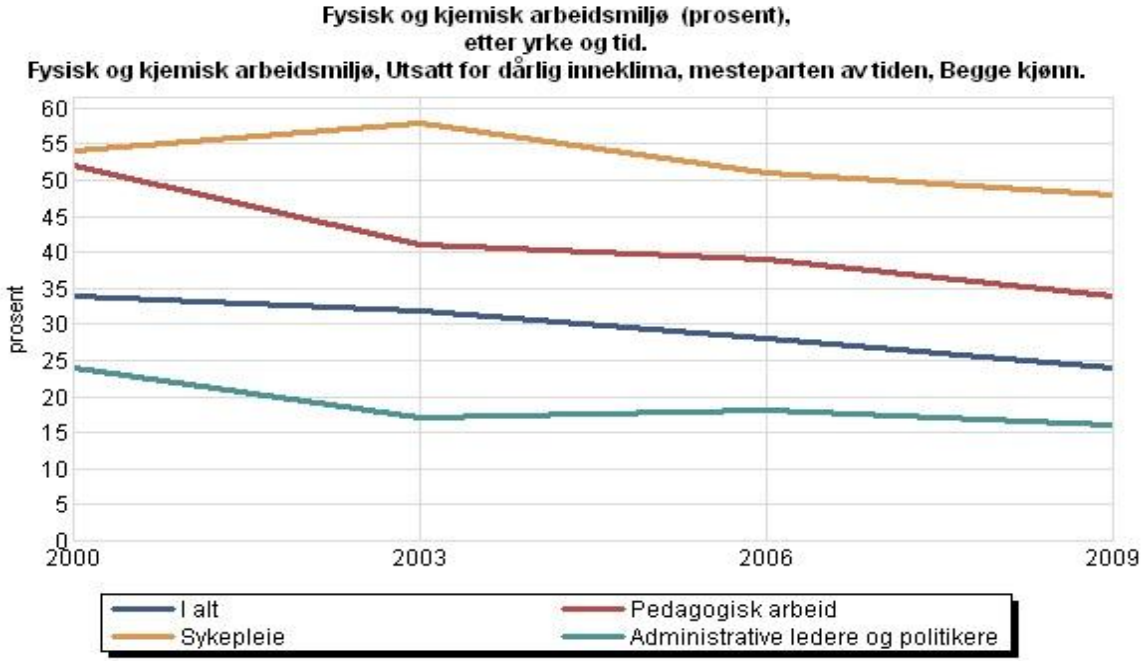


SSB: Utsatt for dårlig inneklima mesteparten av tiden

Det er mest plager av inneklima i syke- og pleisektoren og i undervisning, spesielt i grunnskolen (SSB, LKU arbeidsmiljø 2000, 2003, 2006, og 2009).
Noe bedring fra 2000. Nå er syke- og pleiesektoren verst.



Kilde: Statistisk sentralbyrå



Kilde: Statistisk sentralbyrå

Mye arbeidsrelatert sykdom blant astmatikere

Håkon Lasse Leira, Jon Andsnes Berg, Unni Bratt, Siri Slåstad

Tidsskr Nor Lægeforen 2006; 126: 2367-9

- Sykemeldt for astma > 16 dager i løpet av 2000-2003 i Midt-Norge.
- Av de 591 som svarte hadde 416 (70%) arbeidsrelatert astma.
- Inneklima på arbeidsplassen ble oftest oppgitt som årsak til plagene.
- Reduksjon av eksponering på arbeidet reduserte plagene for de fleste.

http://tidsskriftet.no/lts-pdf/pdf2006/2367-9.pdf

Mye arbeidsrelatert sykdom blant astmatikere

Håkon Lasse Leira, Jon Andsnes Berg, Unni Bratt, Siri Slåstad

Tidsskr Nor Lægeforen 2006; 126: 2367-9

Yrkesgruppe	Kvinner (N = 226)		Menn (N = 190)		Totalt (N = 416)	
Helse og omsorg	49	(22 %)	1	(1 %)	50	(12 %)
Utearbeid	23	(10 %)	28	(15 %)	51	(12 %)
Div.industri, lager	7	(3 %)	27	(14 %)	34	(8 %)
Trearbeid, bygg/anlegg	4	(2 %)	30	(16 %)	34	(8 %)
Utdanning	22	(10 %)	9	(5 %)	31	(7 %)
Kontor og administrasjon	21	(9 %)	8	(4 %)	29	(7 %)
Sveiser/platearbeider	3	(1 %)	26	(13 %)	29	(7 %)
Renholder	25	(11 %)	2	(1 %)	27	(7 %)
Kjøkken/hotell/mat	19	(8 %)	8	(4 %)	27	(7 %)
Håndverker	2	(1 %)	25	(13 %)	27	(7 %)
Transport/post	5	(2 %)	8	(4 %)	13	(3 %)
Frisør	12	(6 %)	-	-	12	(3 %)
Butikk og salg	8	(4 %)	1	(1 %)	9	(2 %)
Baker/konditor	5	(2 %)	3	(2 %)	8	(2 %)
Diverse	11	(5 %)	10	(5 %)	21	(5 %)
Ikke svart	10	(4 %)	4	(2 %)	14	(3 %)

Det er nå mer arbeidsrelatert astma i ikke-industrielle enn i industrielle yrker i Norge – særlig hos kvinner

Yrkesgrupper fra	Kvinner	Menn	Totalt
Ikke-industrielt miljø	(76 %)	(16 %)	(49 %)
Industrielt miljø	(13 %)	(68 %)	(38 %)
Utearbeid	(11 %)	(16 %)	(13 %)

Tabellen er utarbeidet på grunnlag av data i (Leira et al. Tidsskr Nor Legeforen 2006; 126: 2367-9)

Arbeidsrelatert astma

- Det er nå mest arbeidsrelatert astma i syke- og pleiesektoren, i undervisningssektoren og blant renholdere.

  - Leira et al. Tidsskr Nor Lægeforen 2006; 126: 2367-9
  - Fletcher et al. J Occup Environ Med 2006;48:1203-11.
  - Cox-Ganser et al. Indoor Air. 2009; 19:280-90,
  - Eng et al. Ann Occup Hyg. 2010;54:154-64,
  - McHugh et al. Am J Ind Med 2010 May;53(5):463-75.

Syke- og pleiesektoren – prioritere RHF-ene eller kommunene?

Refser: Riksrevisor Jørgen Kosmo refser eiendomsdriften til de norske helseforetakene. Foto: Torbjørn Grønning / Dagbladet 150911.

Tore Bergsaker. Riksrevisjonen refser driften av norske sykehusbygg. Han viser til at sykehusbygg sliter med sopp, vannskader, dårlig tak og fuktighet.
http://www.dagbladet.no/2011/09/15/nyheter/helsepolitikk/politikk/sykehus/helseforetakene/18142604/

RHFene (sykehusene) og vedlikehold

Riksrevisjonens undersøkelse av eiendomsforvaltningen i helseforetakene http://www.riksrevisjonen.no/Rapporter/Sider/EiendomsforvaltningenHF.aspx ble overlevert Stortinget 15. september 2011. Den viser:

- Omfattende behov for bygningsmessig oppgradering som følge av at vedlikehold ikke har vært tilstrekkelig prioritert. - Effektiv arealbruk og drift i bygningsmassen er utfordrende da deler av bygningsmassen er lite egnet for dagens drift.
- De fleste har utarbeidet vedlikeholdsplaner, og det er en del arbeid i gang i helseregionene på bygg- og eiendomsområdet, blant annet for å skaffe til veie bedre informasjons- og plangrunnlag.
- Kun halvparten av helseforetakene har imidlertid langsiktige planer for bygningsmassen. Dette innebærer en risiko for at bygningsmassen ikke blir tilstrekkelig tilpasset nye krav og endrede forutsetninger i behandlingstilbudet.
- Videre viser undersøkelsen at **”det er dårlig samsvar mellom vedlikeholdsplanene og det reelle behovet. Rundt halvparten av den totale bygningsmassen har symptomer på dårlig tilstand, og tre av fire helseregioner mener at det har vært en negativ utvikling i teknisk tilstand for en betydelig del av bygningsmassen i perioden 2003–2010”.**

SSB- analyse for Arbeidstilsynet 011111: Utsatt for dårlig inneklima mesteparten av tiden

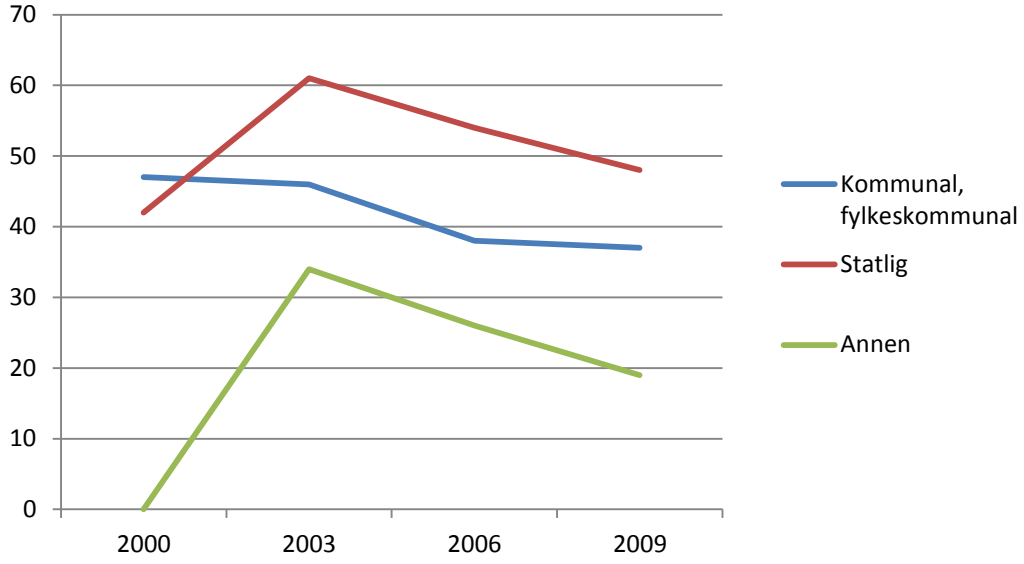
RHF-ene ble etablert mellom 2000 og 2003.

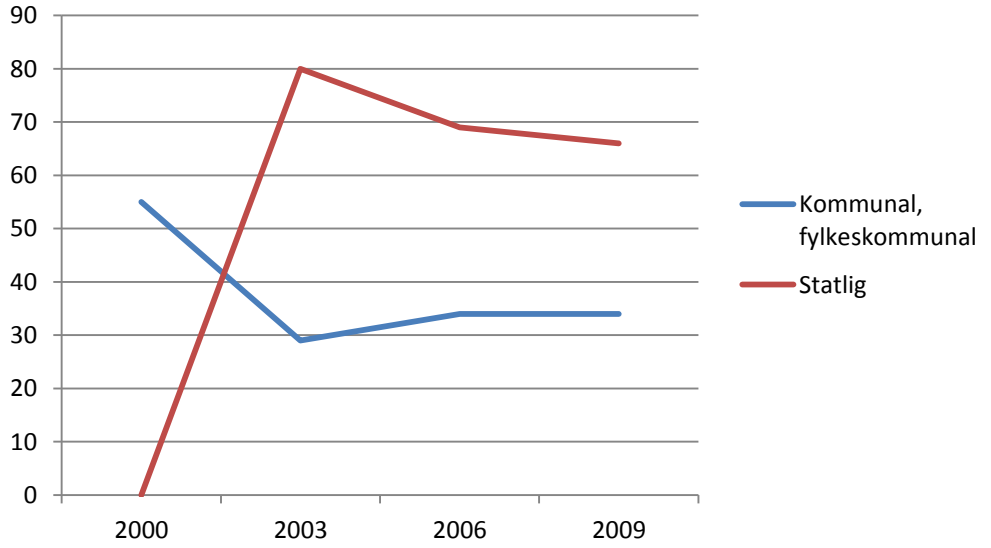
Prosent. 2000-2009. For næringsgruppen "helse- og sosial", fordelt på sektor:

For yrkesgruppen sykepleie, fordelt på sektor:

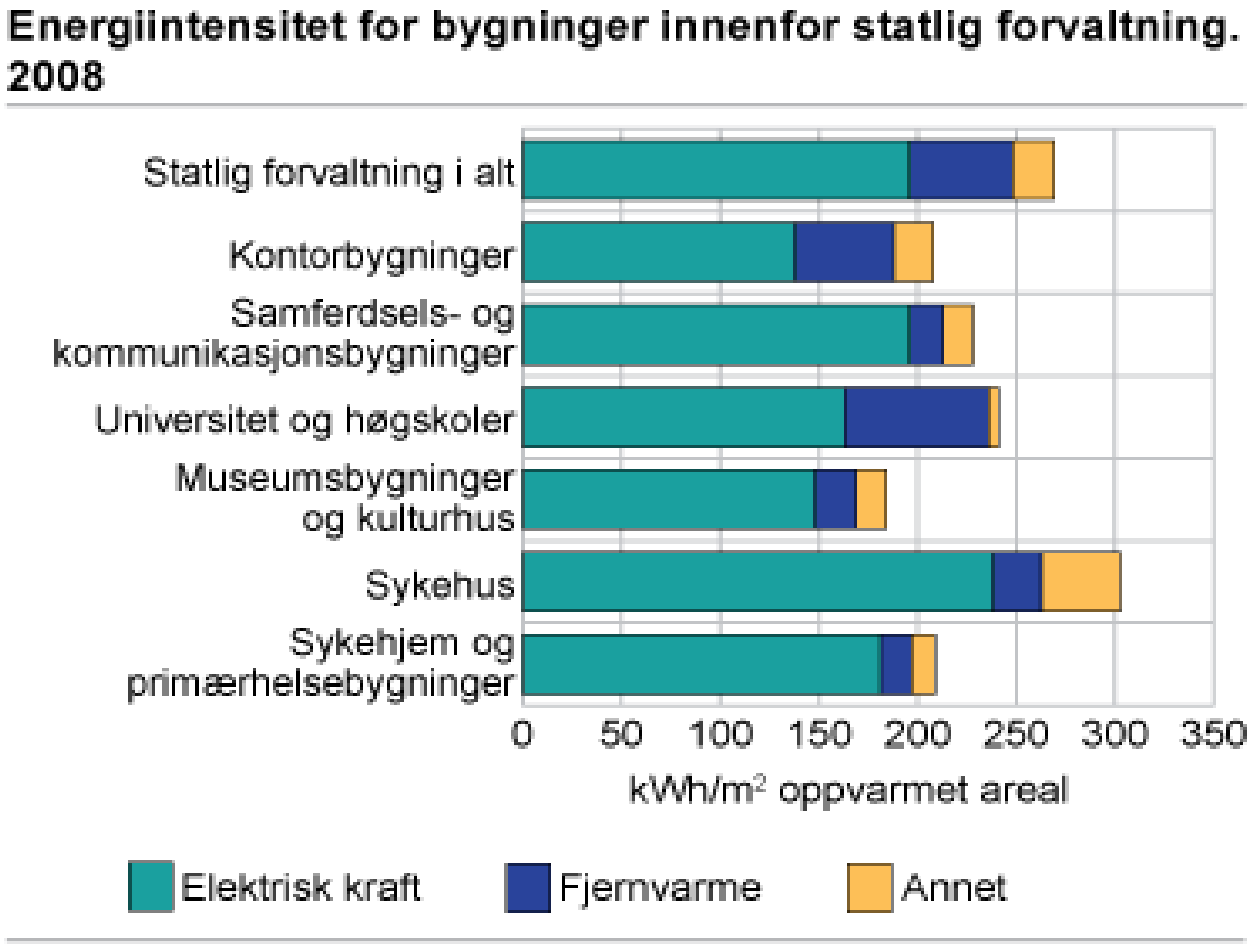
For høye temperaturer i RHFene?

SSB v/ Seniorrådgiver Elisabeth Rønning.





Energi og bærekraft



Sykehus er den delen av statens bygninger som bruker mest energi per kvadratmeter (304 kWh/m2) per år. Samtidig har de det dårligste inneklimaet. Det er helseskadelig og grov sløsing med fellesskapets ressurser.

SSB 2009. Høyest energibruk på sykehus. http://www.ssb.no/entjen_statres/

Arbeidsrelaterte luftveislidelser i ikke-industrielt arbeidsmiljø (”inneklima”)

Store utfordringer i

- Helse og omsorg. **Sviktende FDV, høye temperaturer, rengjøring, polishing, desinfeksjon**, naturgummilatex med mer
- Utdanning: Dårlig drift og vedlikehold, verst i kommunene (grunnskolen, barnehager), dårlig renhold
- Renholdsbransjen: renholdskjemikalier, særlig bruk av sprayprodukter, boning

Utviklingsmuligheter i sykehus?

- Redusere forurensning, senke lufttemperaturene inne om vinteren og øke aksept for høyere temperatur ved kjølebehov.
  - Lokal klimatisering av klienter/pasienter som har behov for høyere temperatur enn de ansatte (lokal strålevarme, oppvarmede stoler/senger osv)
  - Bruke store varmepaneler for lavtemperatur strålevarme for å redusere konveksjonsvarme og oppnå lavere lufttemperatur (Fanger 2006, Yang 2010).
  - Lavere ventilasjon og lufthastigheter i oppvarmingssesongen (redusert varmebehov)
  - Større lufthastigheter med lokal mulighet for regulering (bl.a. enkel bordvifter) i sommersesongen (reduserer kjølebehovet)
  - Undersøke om det er potensialer for bedre bekledning for ulike eksponerte grupper?
  - Teste ut og evaluere adaptive termiske standarder og årstidstilpassede ventilasjonskrav
  - Kritisk vurdering av rutiner og kilder som forurenser (renholdsmetoder, -midler/-sprayer, desinfeksjonsmidler etc)
  - Optimalisering av drift både i eksisterende og nye installasjoner
  - Opplæringsprogram for driftsansvarlige og andre involverte i virksomhetene
  - Effekter av tiltak på inneklima kan undersøkes i laboratoriestudier, registreres i spørreundersøkelser og kan - om det er tilstrekkelig finansiering og kompetanse tilgjengelig - også suppleres med objektive undersøkelser av øyne og luftveier. Det må eventuelt diskuteres med de aktuelle kompetansemiljøene på medisinsk side.

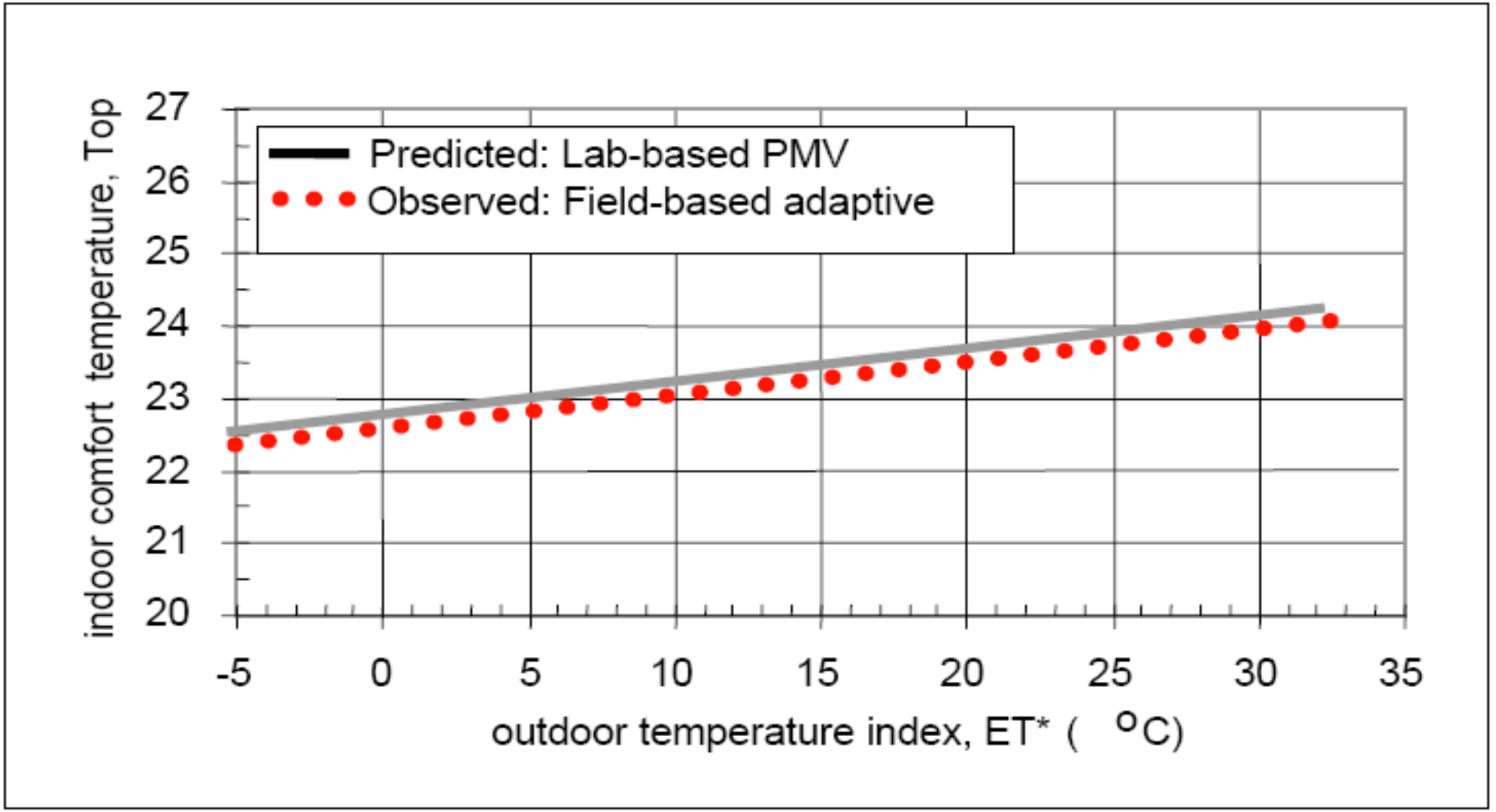
The adaptive principle

- *If a change occurs such as to produce discomfort, people react in ways which tend to restore their comfort.*
- People are not the passive recipients of the thermal environment as is often suggested by diagrams of the heat balance, but active participants in the interaction between the building and its inhabitants. Comfort becomes a goal which the individual will seek rather than a product provided by the building services.
- *This changes the role of buildings in the process from that of **providing comfort** to that of **providing** the means for building inhabitants to **achieve** their comfort goal.*
- De Dear 2011 suggest that any avenue of heat transfer – convective, latent, radiative and conductive – can be deliberately used in indoor environments to give occupants more pleasurable thermal experiences than ever achieved by the isothermal and static 'cool dry and still air' approach of the last century.
- Reference: Adaptive comfort. Building Research & Information Volume 39, Issue 2, 2011. Several papers.

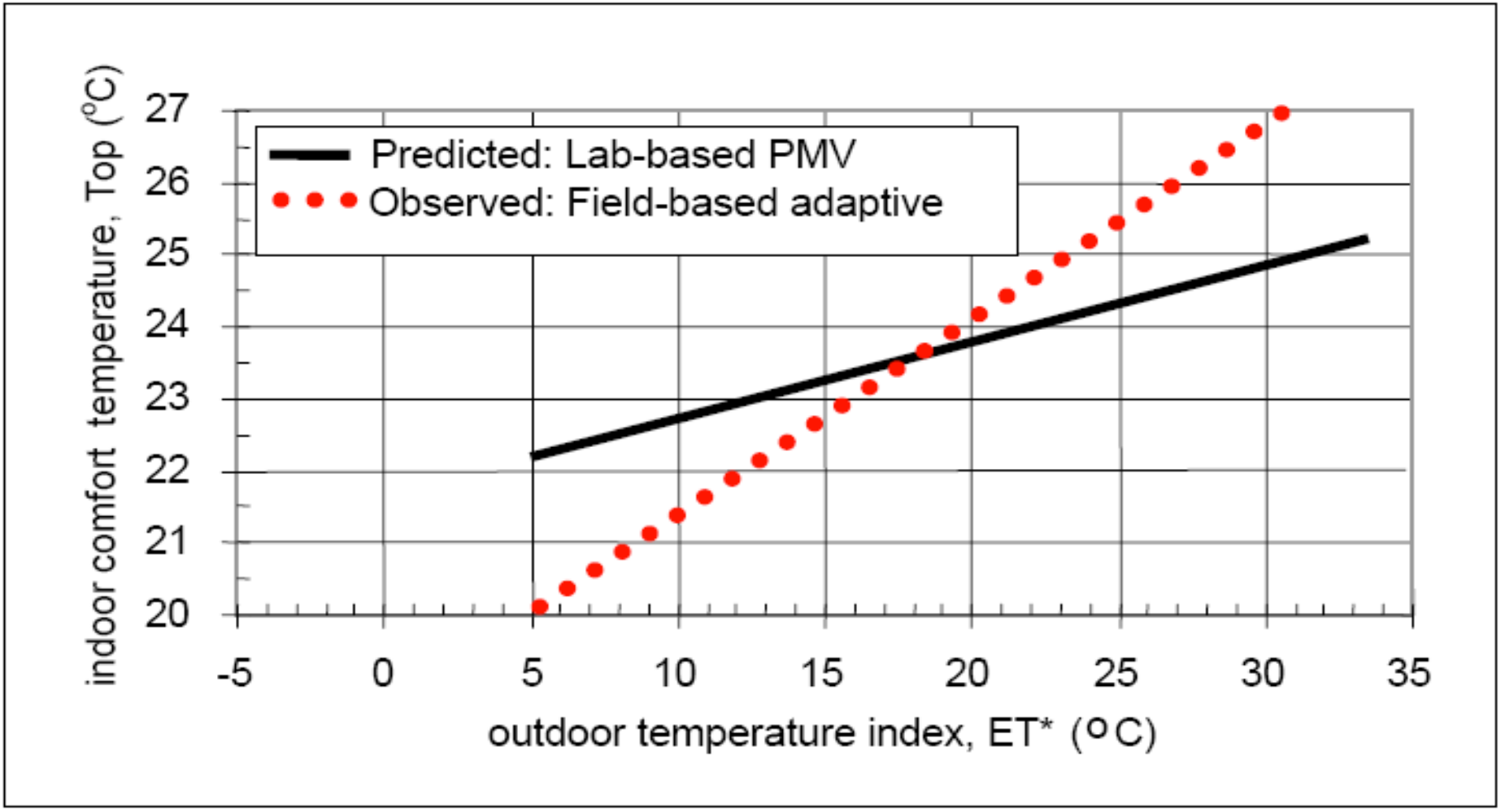
FoU-prosjekt/program – intervensjon ved drift, ombygging eller nybygg

Prosjekt med referansegruppe med faglighet og case fra sykehus-FDV-miljøet

- Eksperimentell design i felt av interessante tekniske løsninger, innklimaparametere og effektdata hos arbeidstakere. Flerfaglig samarbeid med kompetanseinstitusjoner (teknisk, bygg, helse/HMS, epidemiologisk metodekompetanse)
- Laboratorieforsøk med utprøving av ulike VVS-løsninger, NTNU? SINTEF? HIO? HIG? UIB/HIB?



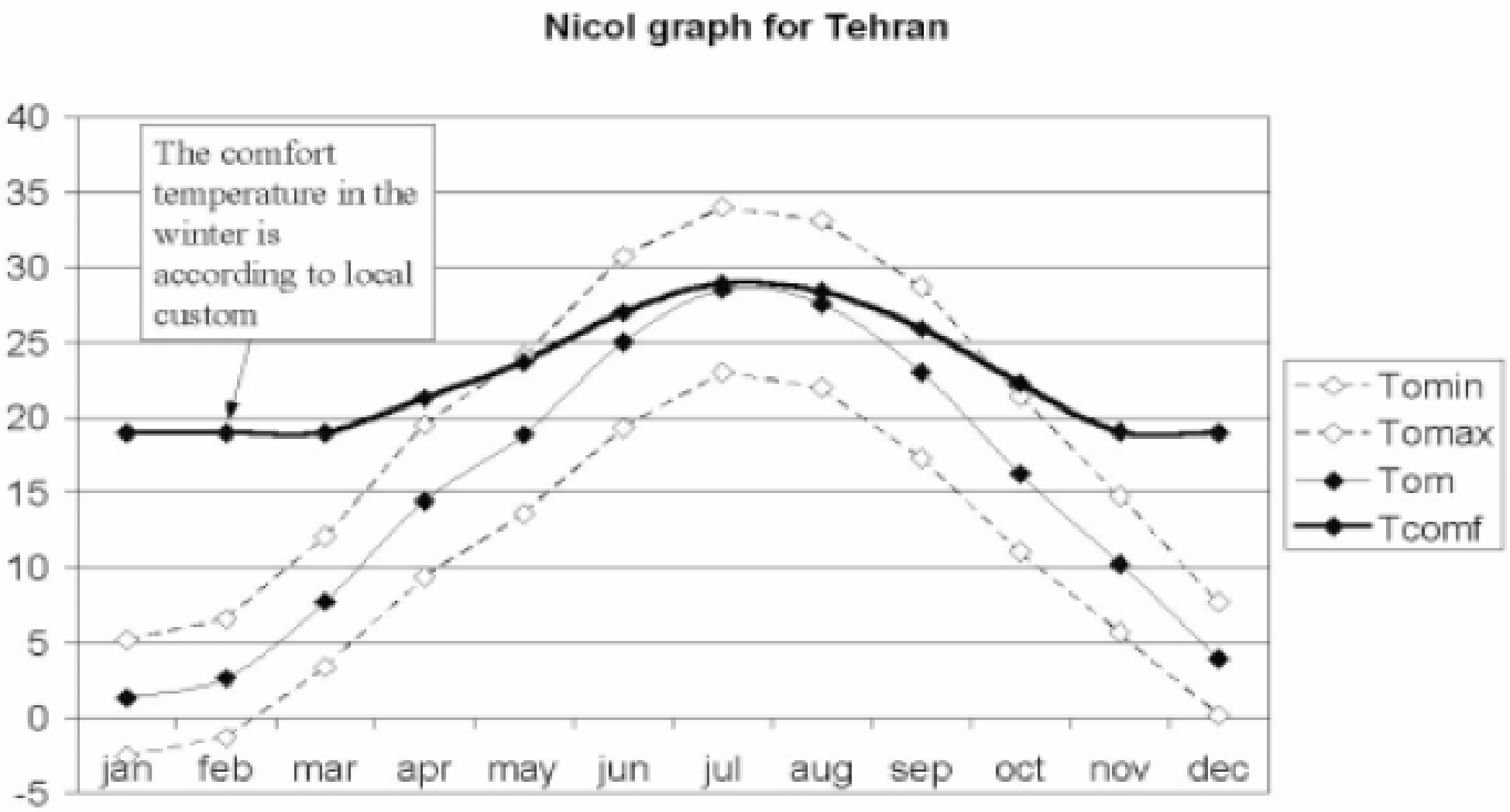
Observed vs. predicted comfort in centralized HVAC buildings (note ET* is the effective temperature). de Dear R, Brager GS (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preferences. ASHRAE Transactions, 93: 564-577. After: Olesen BW. International standards for the indoor environment. Indoor Air 2004; 14 (Suppl 7): 18-26.



Observed vs. predicted comfort in naturally ventilated buildings. de Dear R, Brager GS (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preferences. ASHRAE Transactions, 93: 564-577. After: Olesen BW. International standards for the indoor environment. Indoor Air 2004; 14 (Suppl 7): 18-26.

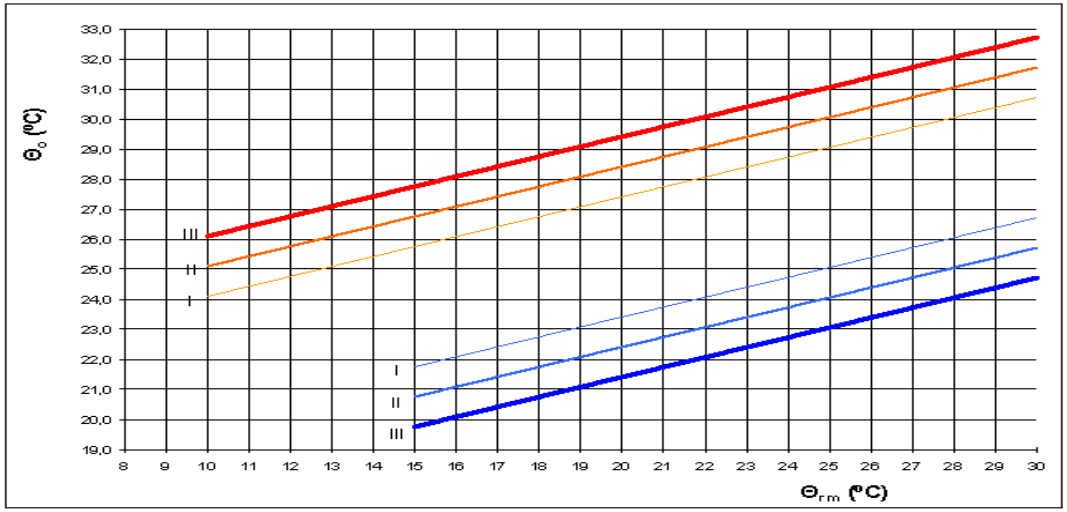
Brukere tilpasse seg (adapterer) bedre til årstiden i naturlig ventilerte bygninger.

De får også høyere hvilestoffskifte (Claessens-van Ooijen et al 2006, Wijers et al 2007).



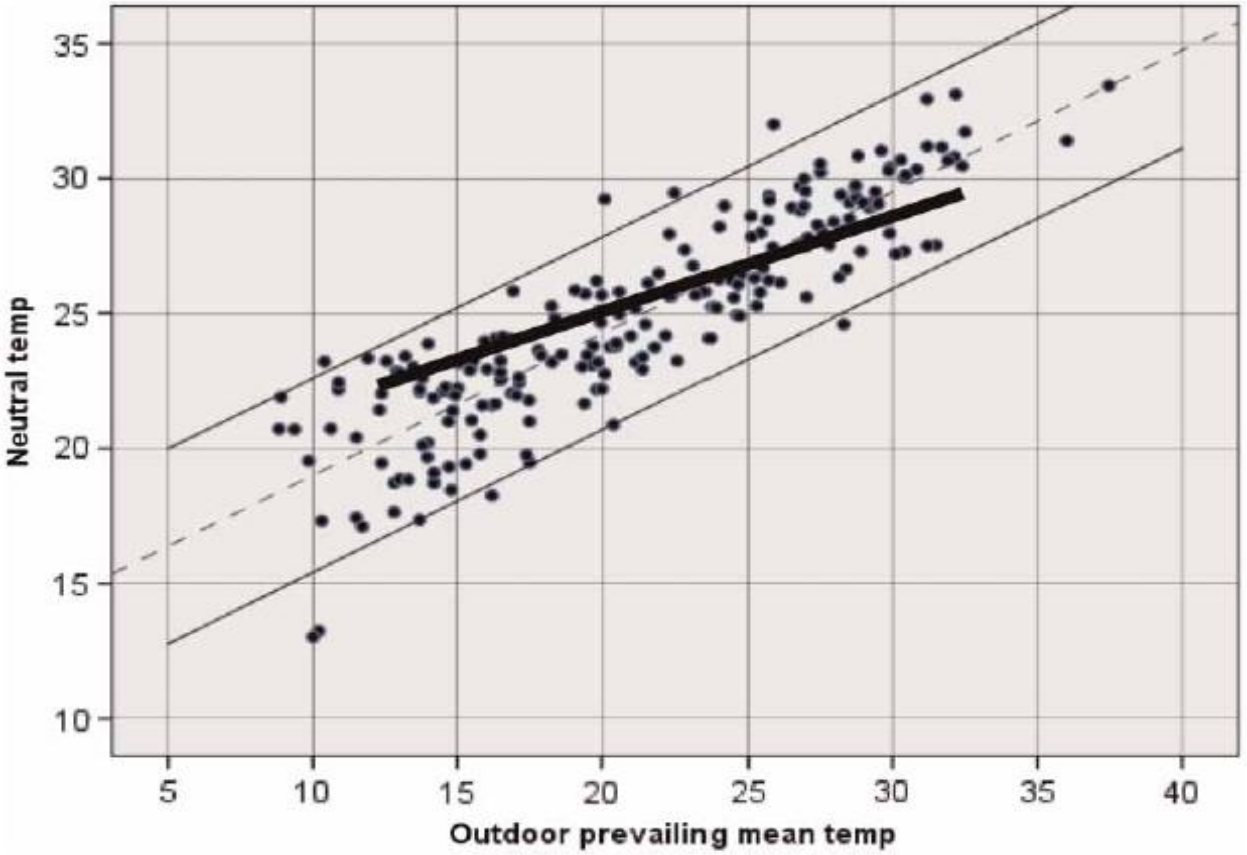
This graph uses the comfort temperature for free-running buildings (Tcomf) calculated for each month in the city of Tehran in Iran. The comfort temperature is calculated from the mean outdoor temperature.

A2. Akseptable innetemperaturer for dimensjonering av bygninger uten mekaniske kjølesystemer. Veiledning til NS EN 1525



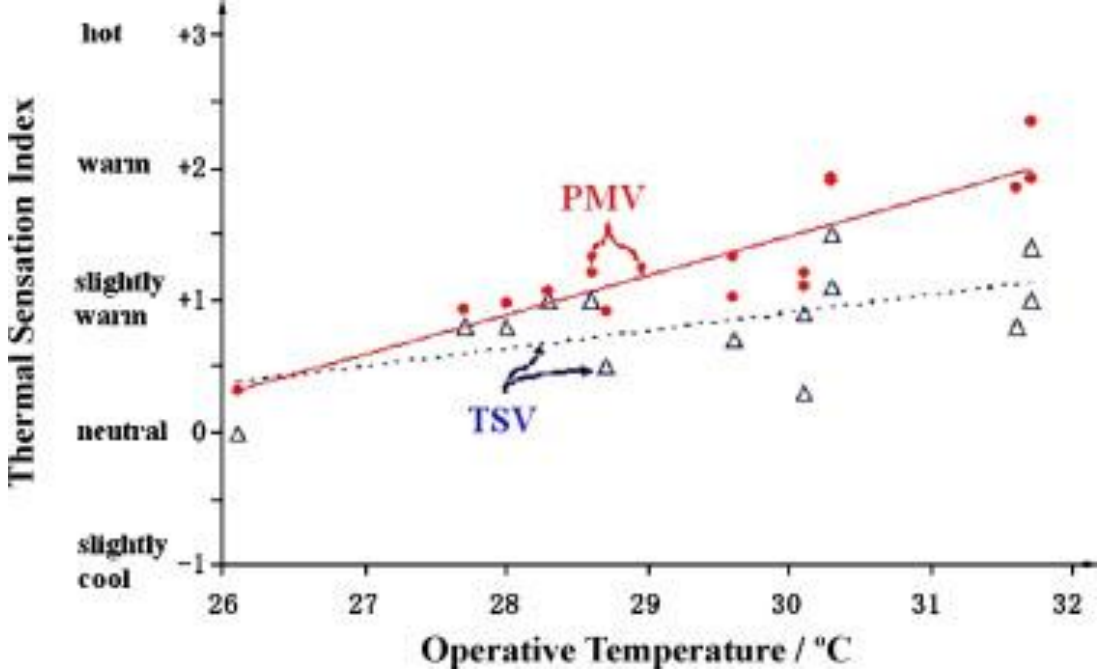
- Θ_{rm} = Kontinuerlig middelverdi av utendørs middeltemperatur ^{o}C
- Θ_{0} = Operativ temperatur ^{o}C

Sterkere adaptasjon i naturlig ventilerte bygg

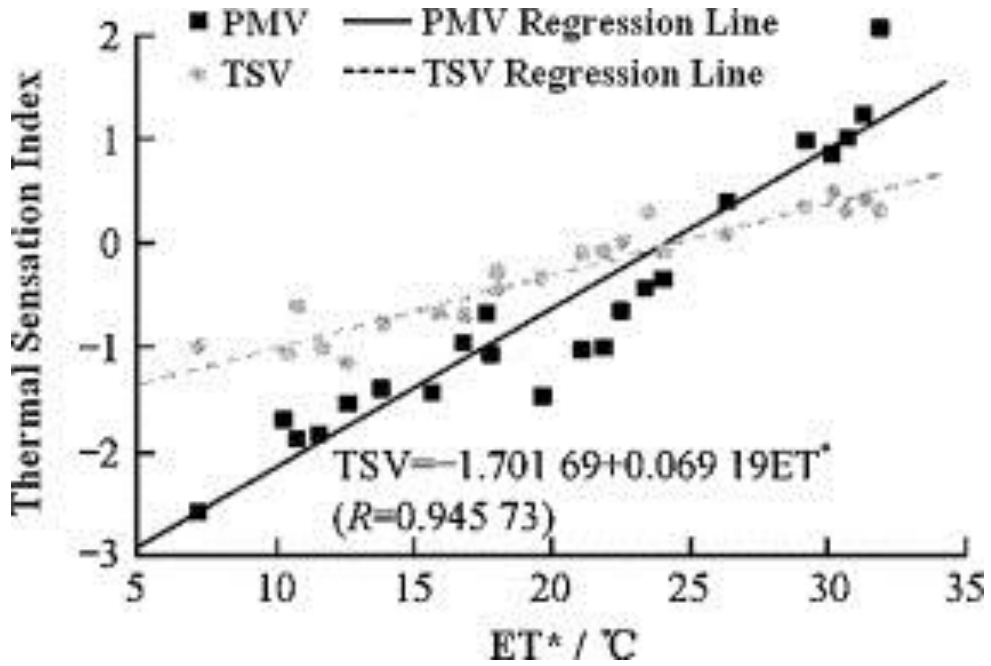


Tilpasning med endring av komforttemperatur med utetemperatur er høyere enn i EN 15251. Området for innendørs komfort temperaturer er bredere, ca 7 ^{o}K. Individuell tilpasning er mulig innen området.

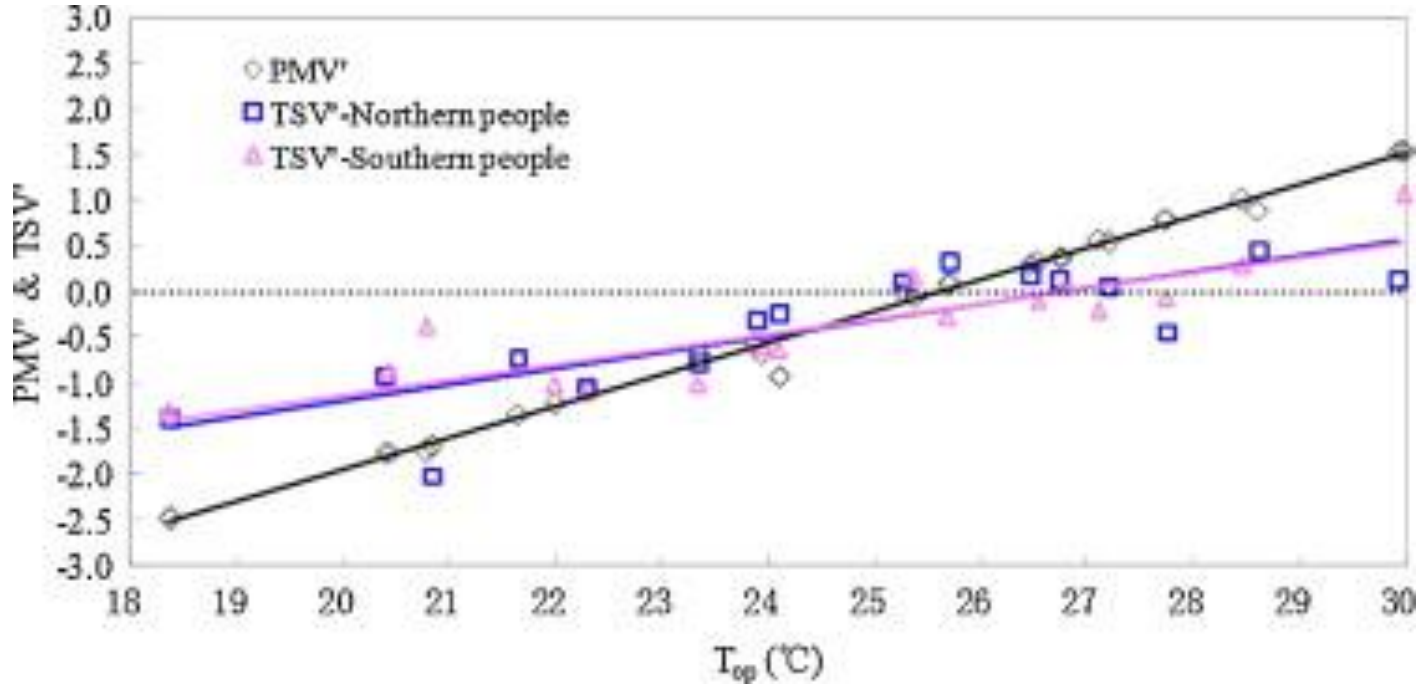
Neutral temperatures for buildings in FR mode against the prevailing mean outdoor temperature. Optimal comfort temperatures calculated from EN 15251 (single thick line) are shown for comparison though the outdoor temperature here is expressed in terms of prevailing mean temperature rather than the running mean so the comparison is only indicative (J Fergus Nicol and Mike Wilson Building Research & Information 2011;39:2;183-193)



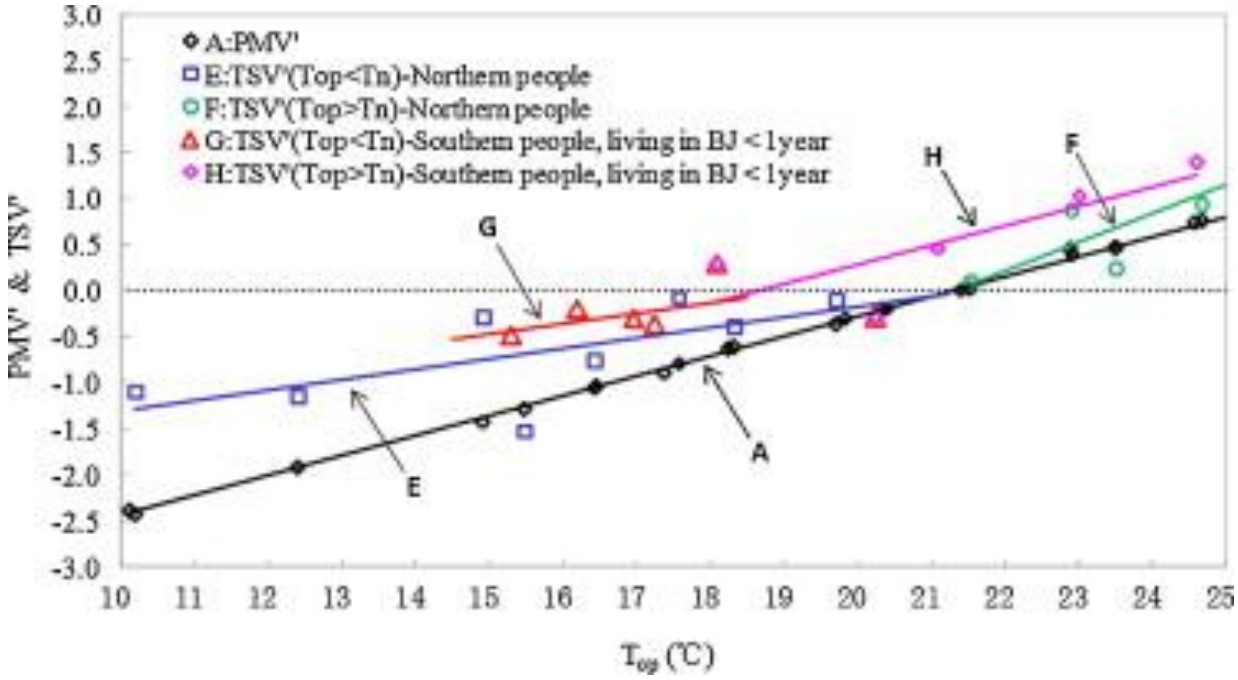
Field survey results from Bangkok, Singapore, Athens, and Brisbane within non air-conditioned environments (from Caao et al 2011)



Field survey results from Hunan province, China (from Caao et al 2011)



Relationship between PMV', TSV', and indoor operative temperature in the summer (from Caao et al 2011).



Difference of thermal sensation between Northern and Southern people in the winter. (from Caao et al 2011).

Utslippsreduksjoner og tilpasning: Japansk kleskoder. “Cool Biz”

Miljøverndepartementet (MOE) i Japan oppfordret til ikke å kjøle i kontorene før 28°C om sommeren (2005-2008). De har sponset klesdesign for sommerforhold ("Cool Biz") for å oppmuntre til å bære kule og behagelige klær som tillater dem å jobbe effektivt i varmen.

040711 Styrket etter tsunamien med vanskelig energisituasjon i Tokyo og Tohoku regionene. http://savingjapan.net/2011/07/04/taking-japans-super-cool-biz-campaign-

Bordvifter og høye lufthastigheter hjelper også godt, men unngå støv!

Gjerne litt turbulens også

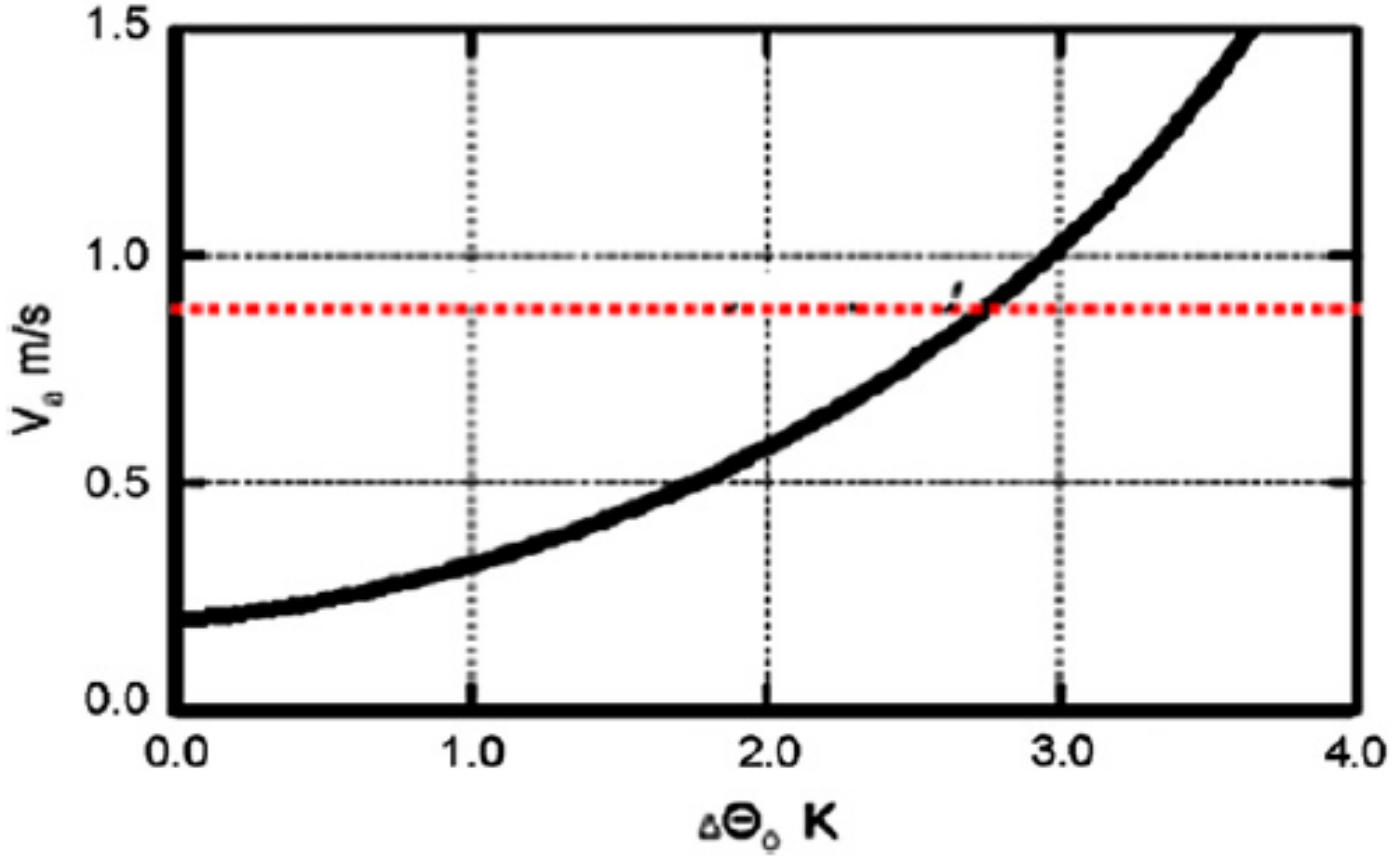


Fig. 7. Air speed required to offset increased operative temperature (EN ISO 7730). The air speed increases by the amount necessary to maintain the same total heat transfer from the skin. Acceptance of the increased air speed will require occupant control of device creating the local air speed. (figure A2 in EN15251) The horizontal line signifies an air speed above which papers might be disturbed. $\Delta\Theta_o$ = Increase in operative temperature, K. V_a = Air speed, m/s.

Nicol, J.F. and Humphreys, M.A. (2010) Derivation of the equations for comfort in free-running buildings in CEN Standard EN15251, Buildings and Environment 45(1), 11–17.

Energisparande och inomhusklimat

Peter Hultman
Landstingsfastigheter
Landstinget i Värmland

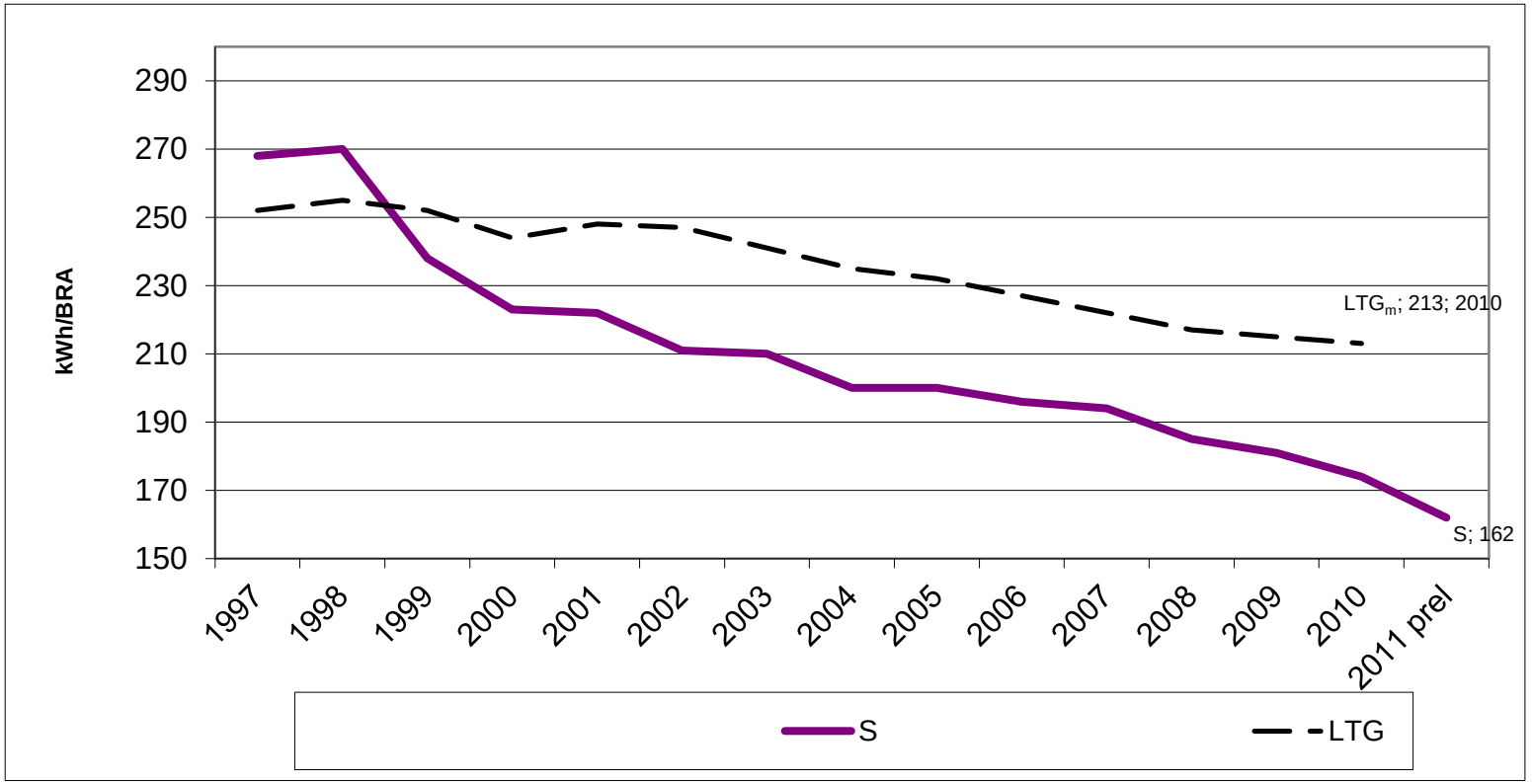
Landstinget i Värmland

Förvaltar ca 415 000 m^2 egna lokaler

7000 medarbetare

620 vårdplatser

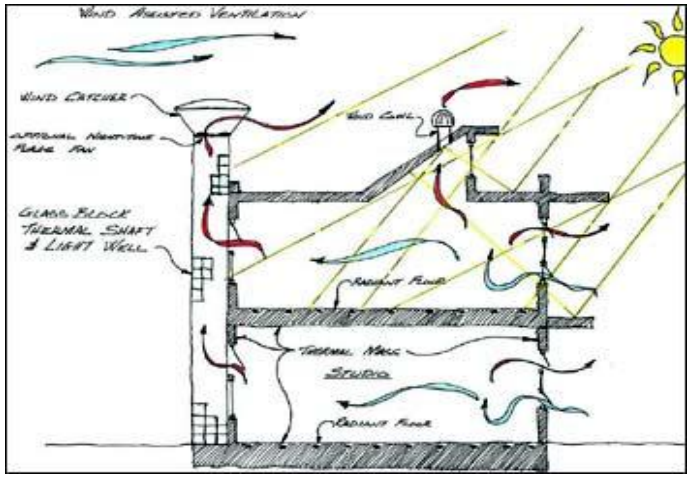
Det offentliga Sveriges lägsta nyckeltal avseende behov av köpt energi.



Från 270 kWh/m² till 160 kWh/m² !!!

Inomhusklimat och ventilation

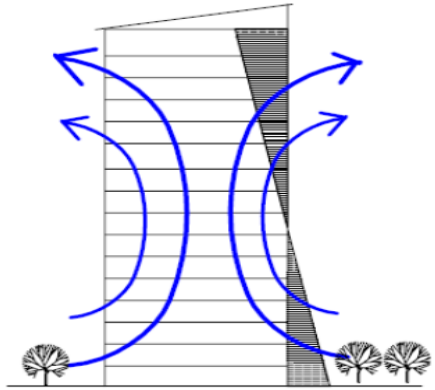
- Höga krav på inomhusklimat
- Gamla byggnader och system
- Föråldrade normer
- Höga luftflöden, torr luft och dragproblem
- Krav på låga driftkostnader
- Hög energiförbrukning, mer än 1/3 av sjukhusets totala energibehov



Optimera ventilationen *och* förbättra inomhusklimatet

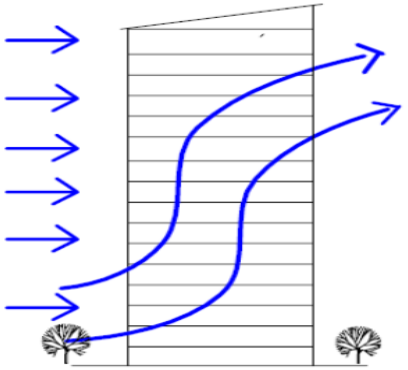
Årstidsanpassad ventilation

Anpassning av luftomsättning och tilluftstemperatur i förhållande till rådande årstid och utetemperatur.



Figur 1. Inverkan av termik.

Mindre luftomsättning och lägre tilluftstemperatur vid låg utetemperatur.



Figur 2. Inverkan av termik och vind.

Låt naturen hjälpa till!

Fördelar med årstidsanpassad ventilation vid låg utomhustemperatur

- Lägre lufthastigheter
- Lägre ljudnivåer från ventilationssystemet
- Högre relativ luftfuktighet
- Färre klagomål på inomhusklimatet
- Lägre driftkostnader
- Bättre inomhusklimat

Vad ska man tänka på?

- Ventilationssystemet ska fungera och vara injusterat med tanke på årstidsanpassade flöden
- Ta hänsyn till vilken verksamhet som bedrivs i lokalerna
- Årstidsanpassad ventilation fungerar inte i alla miljöer eller byggnader
- Aldrig under 0,35 l/s/m² eller10 l/s i WC, dusch och städ
- Begränsningar kan finnas i anläggningens uppbyggnad som t.ex. lågimpulsdon
- Lyssna på människorna som nyttjar lokalerna!

Aktivt och lyhört optimeringsarbete!

”Årstidsanpassad ventilation”

möjligheten att skapa
god inomhusmiljö med låg energianvändning
och ändå klara OVK och arbetsmiljökrav.

Uegnet som sykehus

Dagens Næringsliv 031111

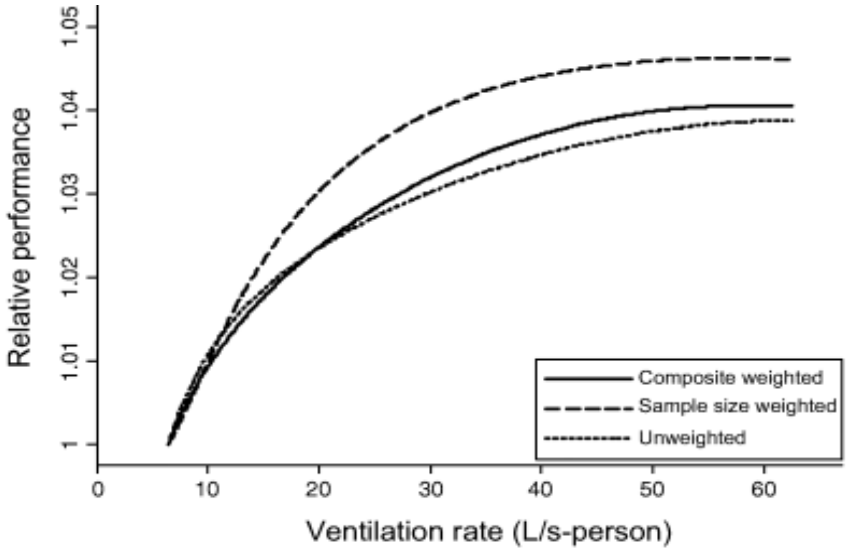
Hvis Oslo universitetssykehus (OUS) skal foreta alle de utbedringene Arbeidstilsynet har pålagt og anbefalt, vil det koste 8,75 milliarder kroner (http://www.dn.no/forsiden/politikkSamfunn/article2260375.ece). Foto: Erik Johansen/Scanpix Ullevål sykehus.

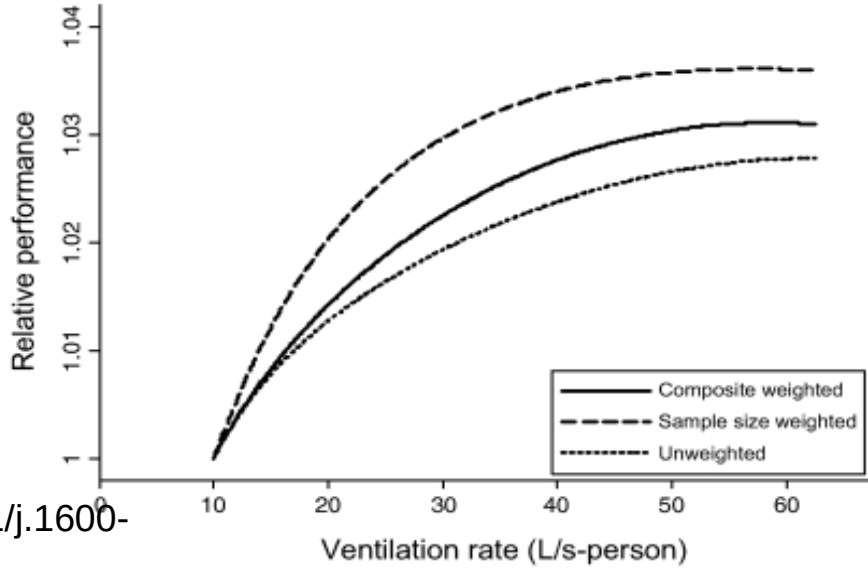
Seppänen et al 2005. Ventilation and performance in office work

Review, konklusjon:

Relative performance in relation to the reference values 6.5 l/s-person (upper) and 10 l/s-person (lower) vs. ventilation rate. The outlier data point is not included.

Størst effekt ved økning fra 6,5 l/s-person. Norske ventilasjonskrav er 7-10 l/s-person samt tillegg for annen forurensning (ikke i boliger).





Indoor Air Volume 16, Issue 1, pages 28-36, 16 DEC 2005 DOI: 10.1111/j.1600-0668.2005.00394.x
http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0668.2005.00394.x/full#f2

To tiltak for bedre produktivitet i skolen (Ito & Murakami 2010)

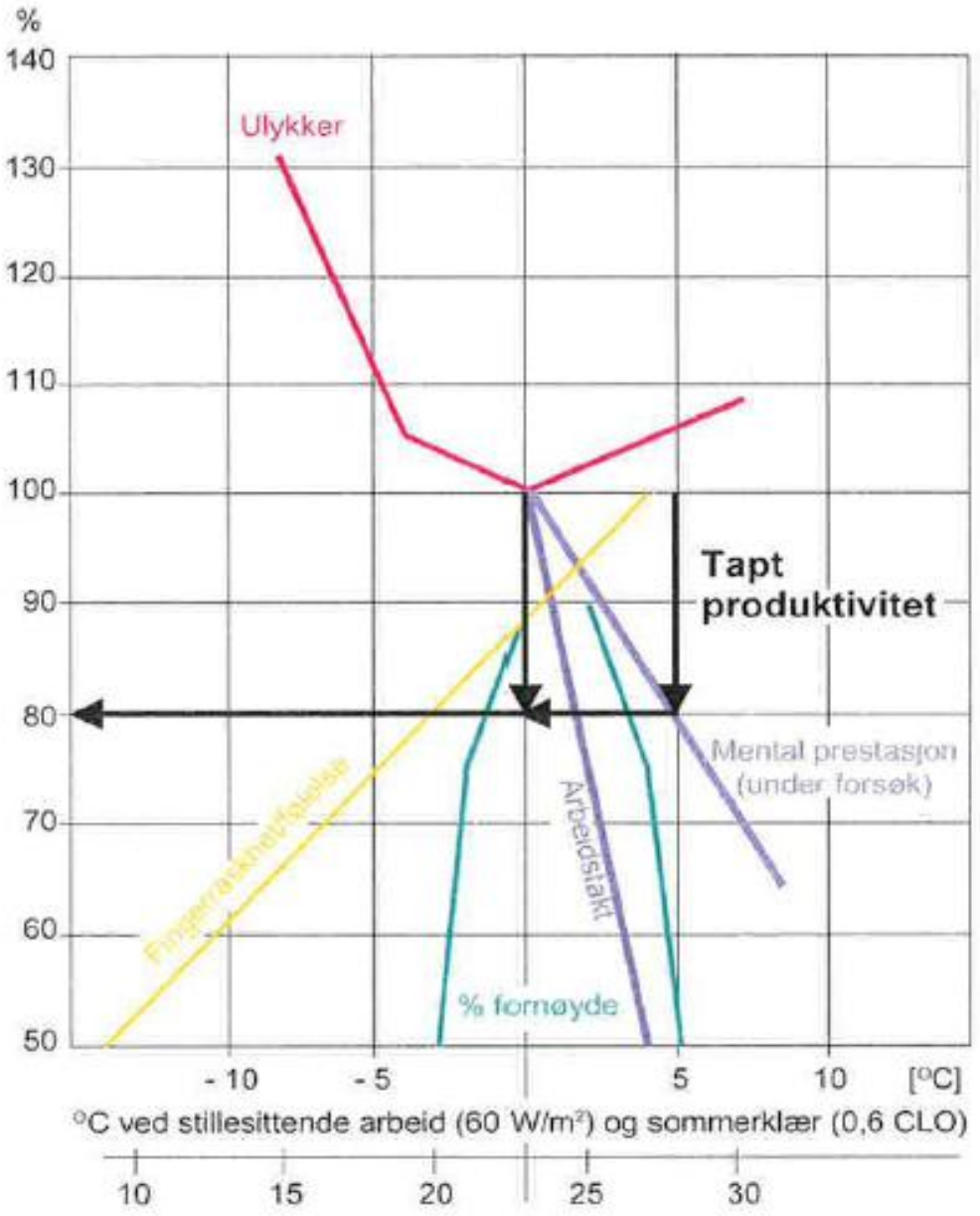
Prestasjonen økte med

- 4 % ved å øke ventilasjonen fra 10 til 30 l/s per person
- 6,4% ved å øke ventilasjonen fra 10 til 60 l/s per person, men energiforbruket steg med 200%
- 26 % ved å senke temperaturen 1 grad fra 28 til 27 grader under sommerforhold.
- 43 % ved å senke temperaturen 2 grader fra 28 grader. Energiforbruket steg med 40 %.

Prestasjonsevnen var sterkest avhengig av romluftstemperaturen.

Lav temperatur på inhalert luft er spesielt viktig for opplevelse av ”frisk og god luft” (Yang et al 2010).

David Wyon. Effekter av termisk klima i komfort-området (før man begynner å svette - området mellom varme- og kulde-stress). Grafikk fra SINTEF 2002 etter hans figur fra 1986. Forenlig med senere forskning.



”Også innen vanlig akseptert termisk komfortområde, kan vi risikere en nedsatt ytelse på 5 - 15% for gjennomsnittspersonen for lesing, logisk tenking og aritmetiske oppgaver (Wyon D 1986)”.

Noen ubrukte muligheter

Videre utvikling av nye helse- og energieffektive krav.

- Testing og implementering av adaptiv termisk standard for norske forhold: Høyere temperatur og lufthastighet om sommeren, lavere temperatur og lufthastighet om vinteren.
- Testing og implementering av årstidstilpassede ventilasjonskrav – lavere om vinteren når det er svært kaldt.

Varmekilder (Bakke JV. Oppvarming, varmekilder og inneklima. Allergi i Praxis 4/2007, s 32-37. http://www.naaf.no/Documents/Allergi%20i%20Praksis/AIP_4_07_Bakke_JV_Oppvarming.pdf)

- Bruk rene, lavtemperatur varmekilder, unngå å ”svi støv” og spar 15% av energien.
- Hold lufttemperaturen inne lavere enn operativ temperatur – unngå konveksjonsvarme.
- Bruk varmestråling fra store vegg- eller gulvflater.
- Utvikle kunnskap som gir mulighet for å rangere varmekilder med hensyn til helse, komfort, energibruk og økonomi.

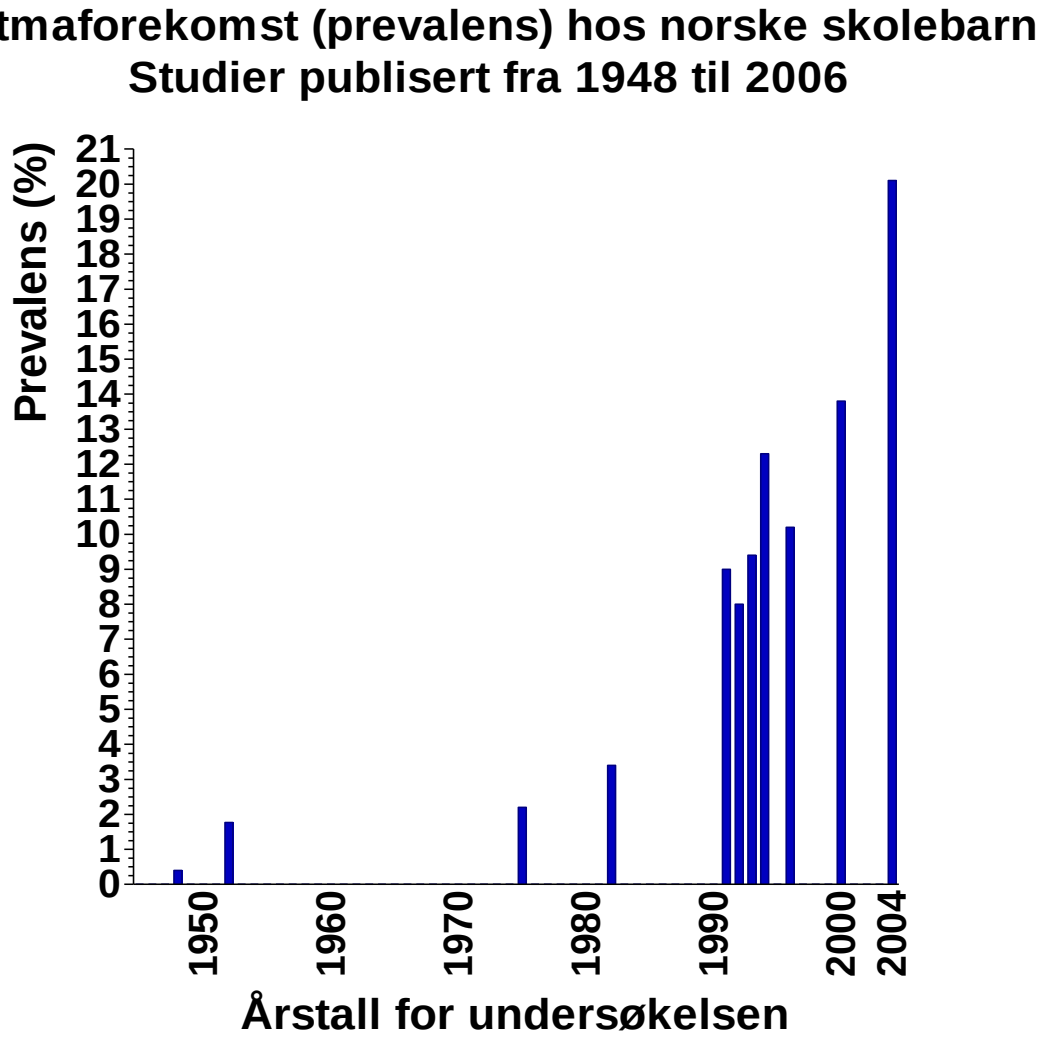
Utvikling av astma i Norge

Astma hos norske skolebarn fra 1950 til nå (Kai-Håkon Carlsen etter European Respiratory White Book 2003 supplert med resultater fra år 2000 og 2004). Kumulativ prevalens (har eller har hatt astma).

Mer følsom diagnostikk kan bare forklare en del av økningen.

Årsak ukjent, men de som har astma/allergi er spesielt sårbare!

Lødrup Carlsen, Allergy 2006; 61:454-60.

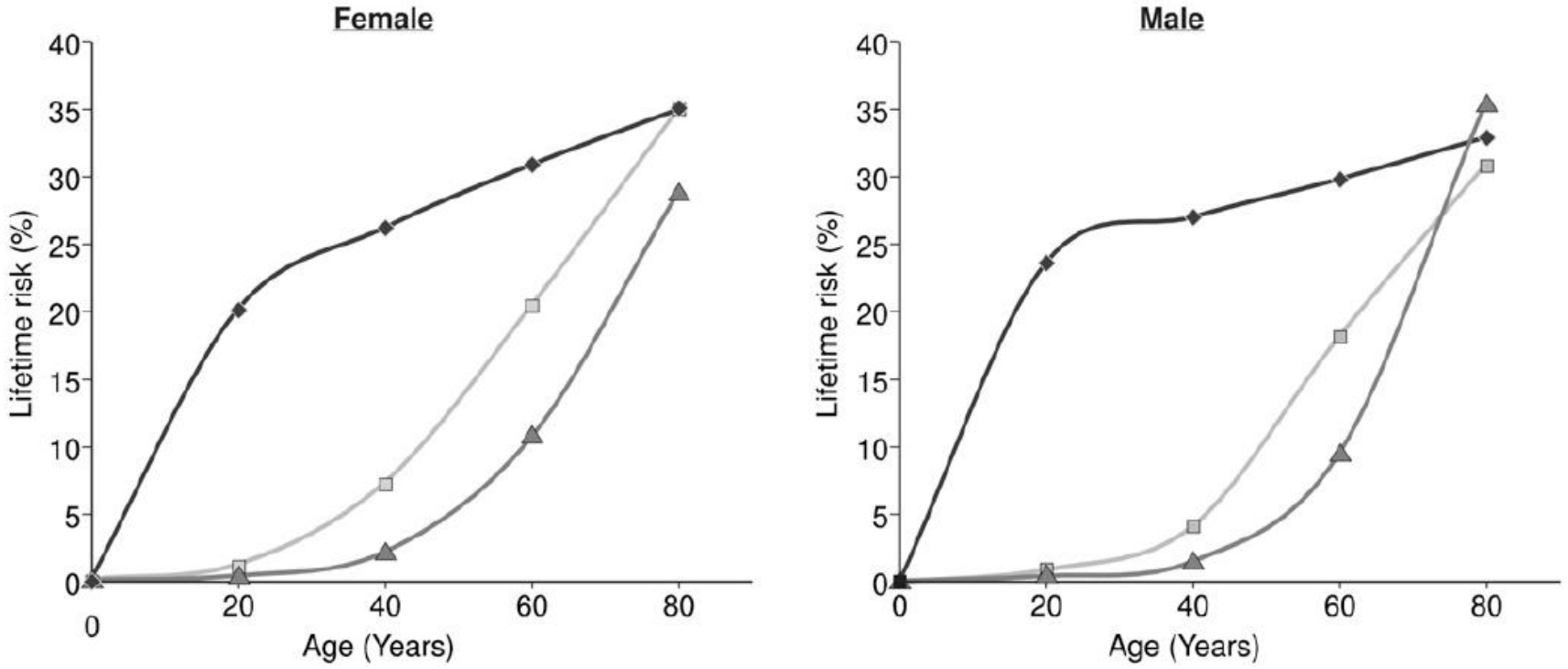


Utvikling av astma hos voksne

- To tverrsnittsstudier av ca 40 000 voksne, 15-70 år gamle, i Oslo 1972 og 1998-1999.
- Legediagnostisert astma økte fra 3.4 til 9.3%.
- Wheezing (”piping i pusten”) økte fra 17.8 til 25.8%.
- Plager av tung pust økte fra 12.6 til 16.7%.
- Kontrollert for røyking var astma tredoblet hos de som var < 40 år.
- Økningen var 50% høyere blant kvinner enn hos menn.

Brøgger et al. Long-term changes in adult asthma prevalence. Eur Respir J 2003; 21: 468-472.

Life risk of asthma, diabetes and malignant diseases



Lifetime risk (percent) of developing chronic diseases from birth, comparing asthma (diamonds) with diabetes (squares), and all cancers (triangles). To Teresa et al. What is the lifetime risk of physiciandiagnosed asthma in Ontario, Canada? Am J Respir Crit Care Med. 2010 Feb 15;181(4):337-43.

Astma kan gi sykdom hele livet

- Astma kommer tidligere i livet enn andre kroniske sykdommer som hjerte- og karlidelser, kreft, diabetes, osteoporose og Alzheimer.
- Astma kan gi nedsatt livskvalitet og produktivitet, økt sykelighet med utstøting fra arbeidslivet i store deler av livet. ***Stort helsefremmende og forebyggende potensial.***
- Astma er sterkt økende i befolkningen. I Canada er livstids risiko for astma på 33,9% (kvinner 35,0%, menn 32,9%) (To et al 2010). Dårlig kontrollert astma kan gå videre til KOLS
- All luftveissykelighet reduserer livskvalitet og funksjon (Voll-Aanerud et al. Health and Quality of Life Outcomes 2010, 8:107)

Luft, smitte og ventilasjon

Egil Lingaas

Avdeling for smittevern

Oslo universitetssykehus

Florence Nightingale, 1860:

"*The very first canon of nursing,*
the first and the last thing upon which a nurse's attention must be fixed,
the first essential to the patient,
without which all the rest you can do for him is as nothing,
with which I had almost said you may leave all the rest alone, is this:

TO KEEP THE AIR HE BREATHES AS PURE AS THE EXTERNAL AIR, WITHOUT CHILLING HIM"

Før 1936 var kontakt, inkludert direkte dråpesmitte antatt å være den eneste smittemåten.

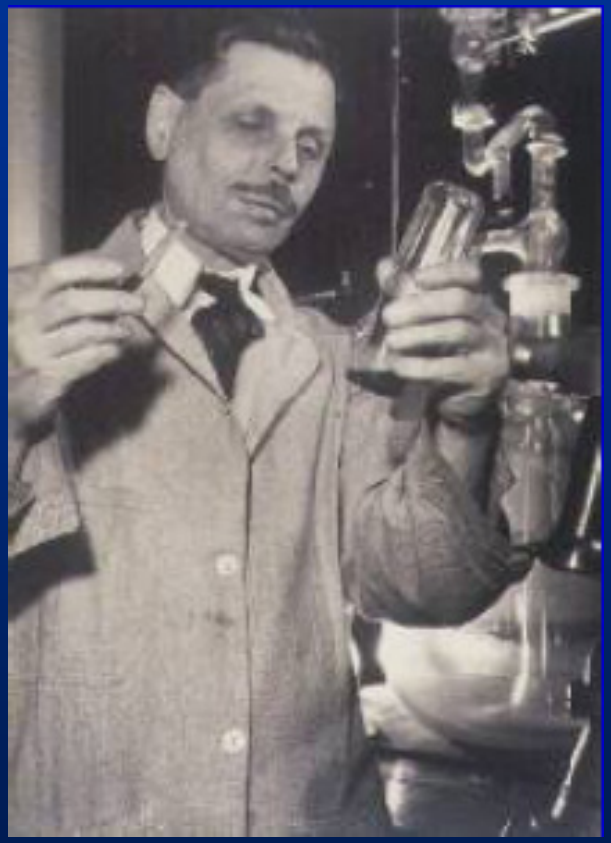
Chapin 1910: Sources and modes of infection

”Bacteriology teaches that former ideas in regard to the manner in which diseases may be airborne are entirely erroneous;

that most* diseases are not likely to be dust-borne, and they are spray-borne for only 2 or 3 feet, a phenomenon which after all resembles contact infection more than it does aerial infection as ordinarly understood”

Wells' luftsentrifuge 1931

I 1931 utviklet Wells sin luftsentrifuge for samling av bakterier fra luft.

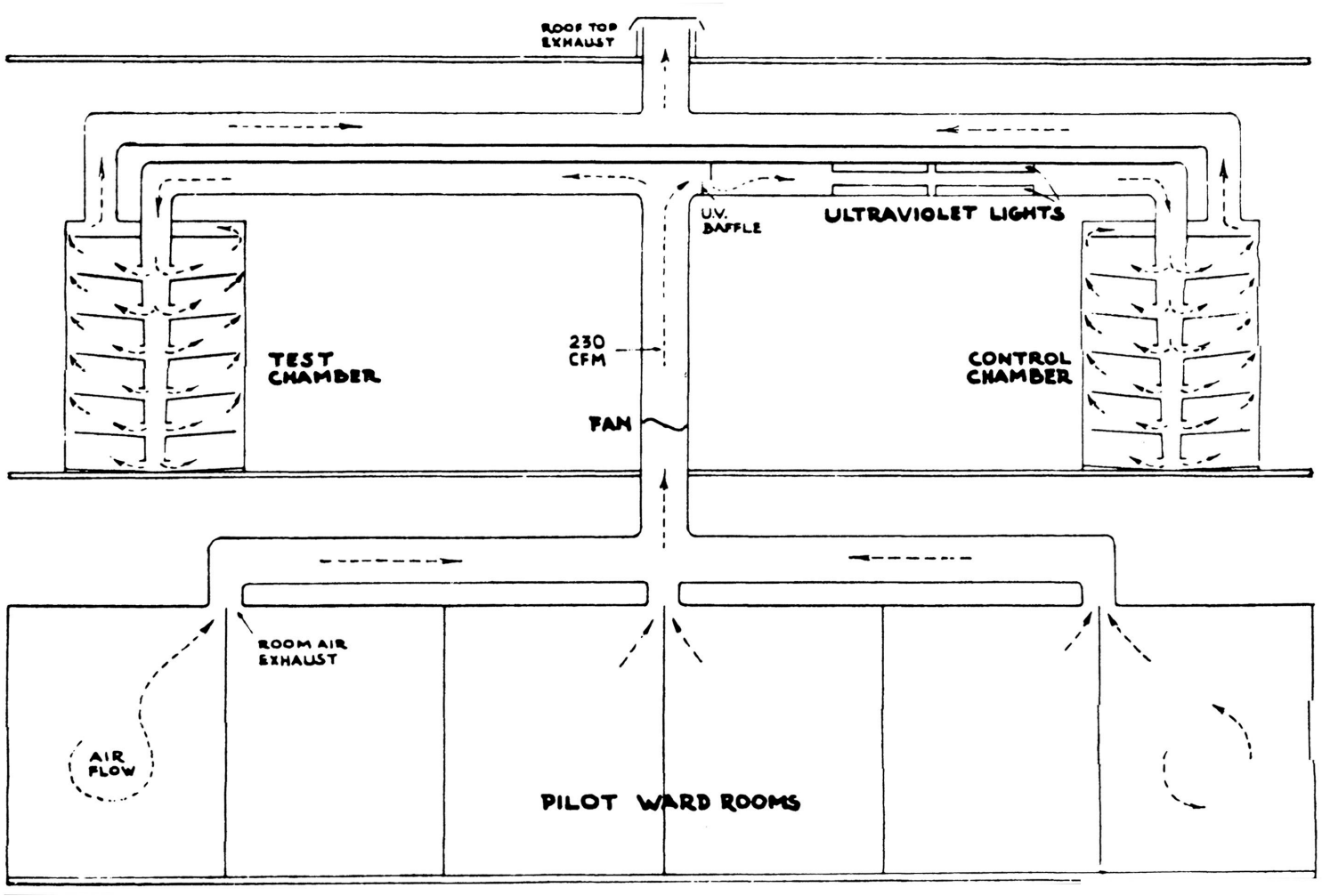


”On Airborne Infection, Study II. Droplets and Droplet Nuclei”.

W.F. Wells. Am J Hygiene 1934:20:611-18.

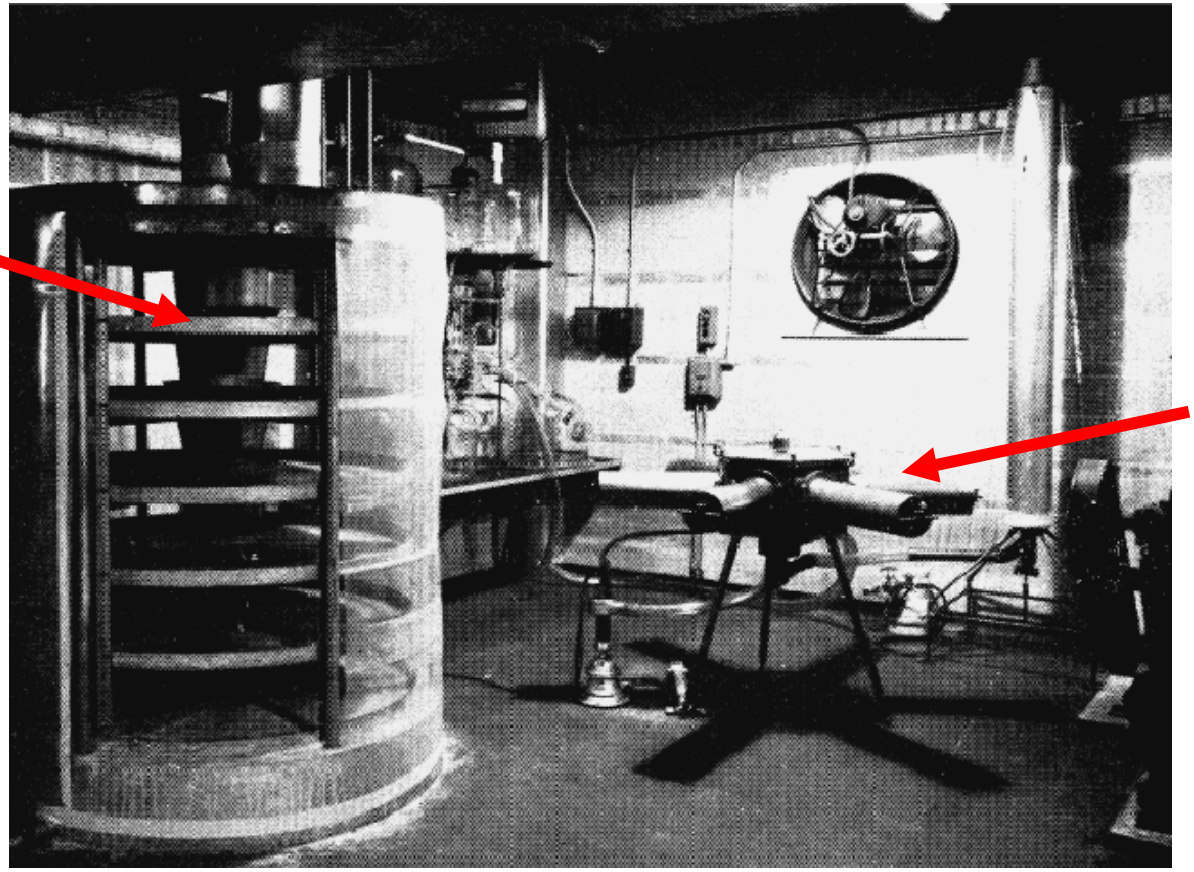
- 1935: Wells utfordret Chapin og argumenterte for at meslinger smittet gjennom luften og kunne kontrolleres med ultrafiolett lys.
- 1946, APHA: ”Conclusive evidence is not available at present that the airborne mode of transmission is predominant for any particular disease”
- 1952 – 62: Riley beviste at TB var en luftbåren infeksjon, ved sin eksperimentelle sengepost.

Riley RL et al.Am J Hyg 1959;70:185



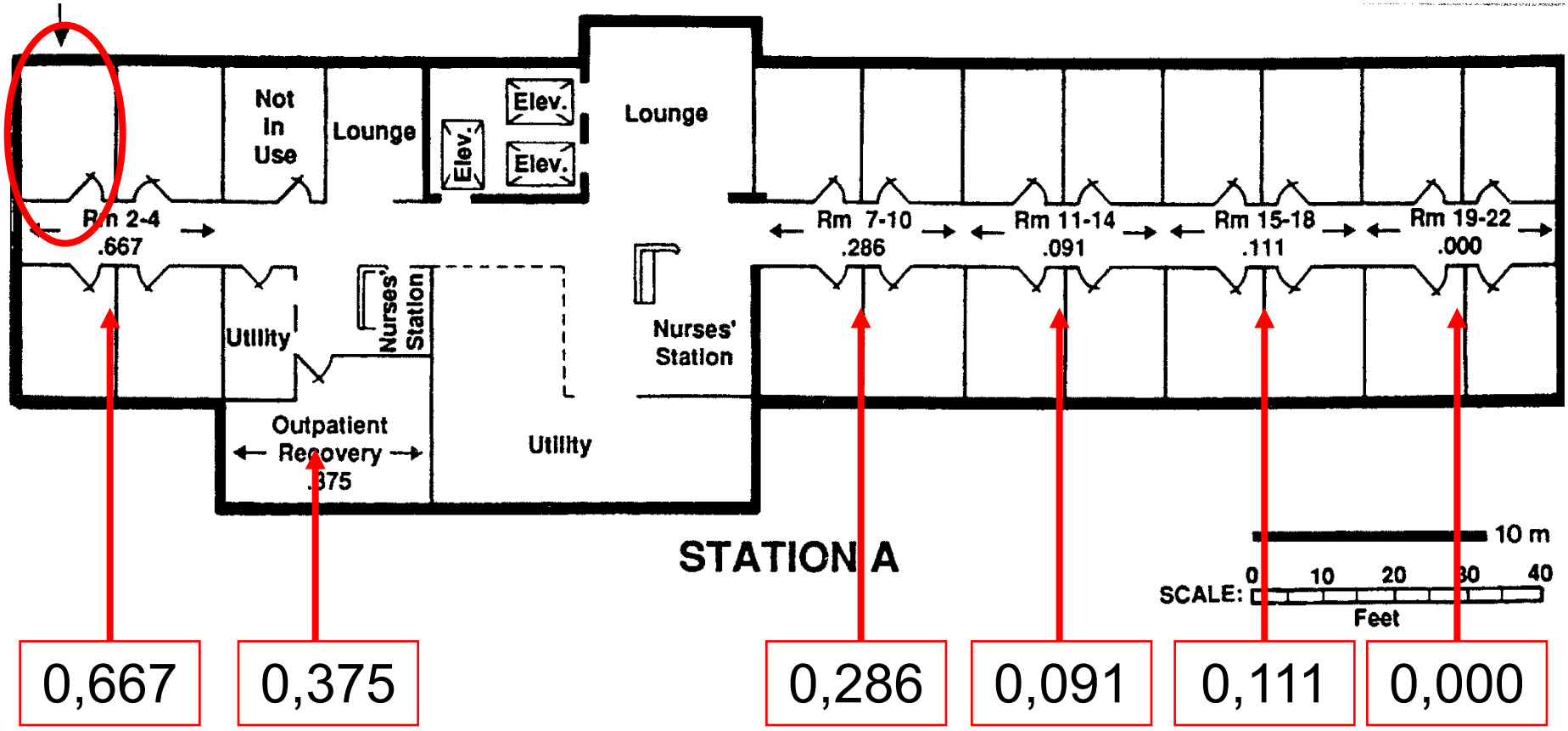
Riley RL et al.Am J Hyg 1959;70:185

Marsvinbur
35 stk, 3-4
marsvin
per bur



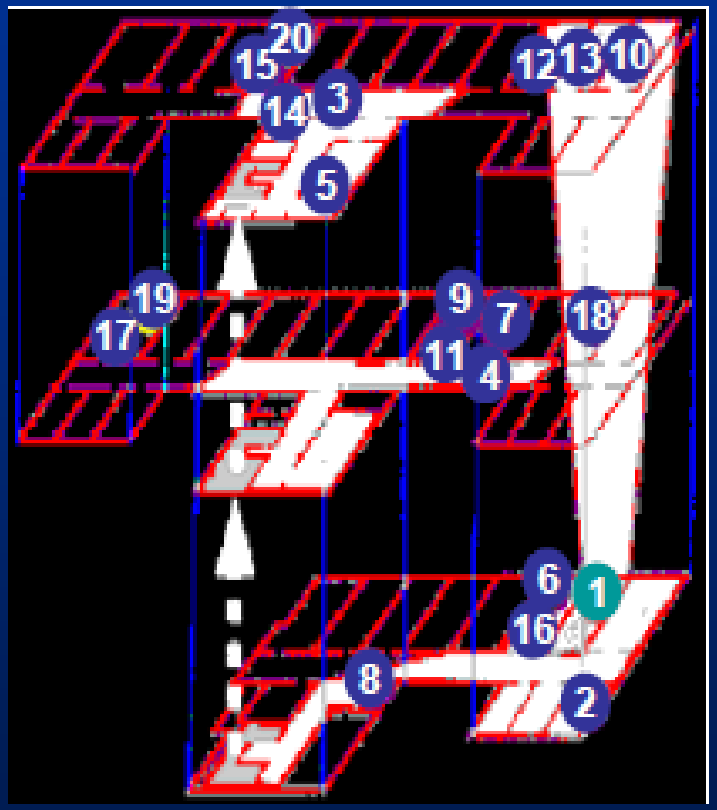
Kaninbur

Tuberkulosesmitte i sengepost



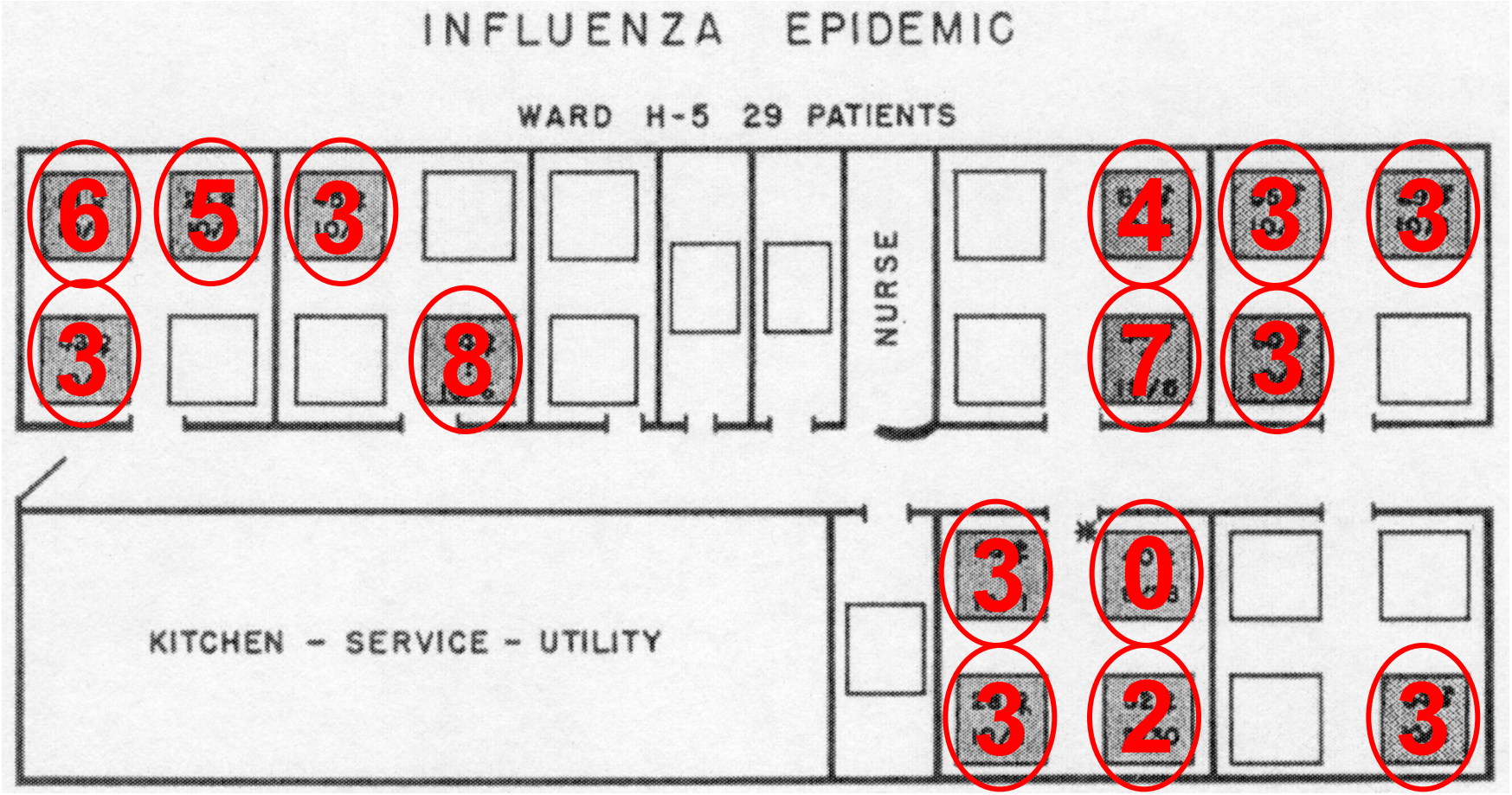
Luftbåren spredning av kopper

- Utbrudd i tysk sykehus 1971
- En koppepasient med hoste
- 19 sekundærtilfeller over 3 etasjer

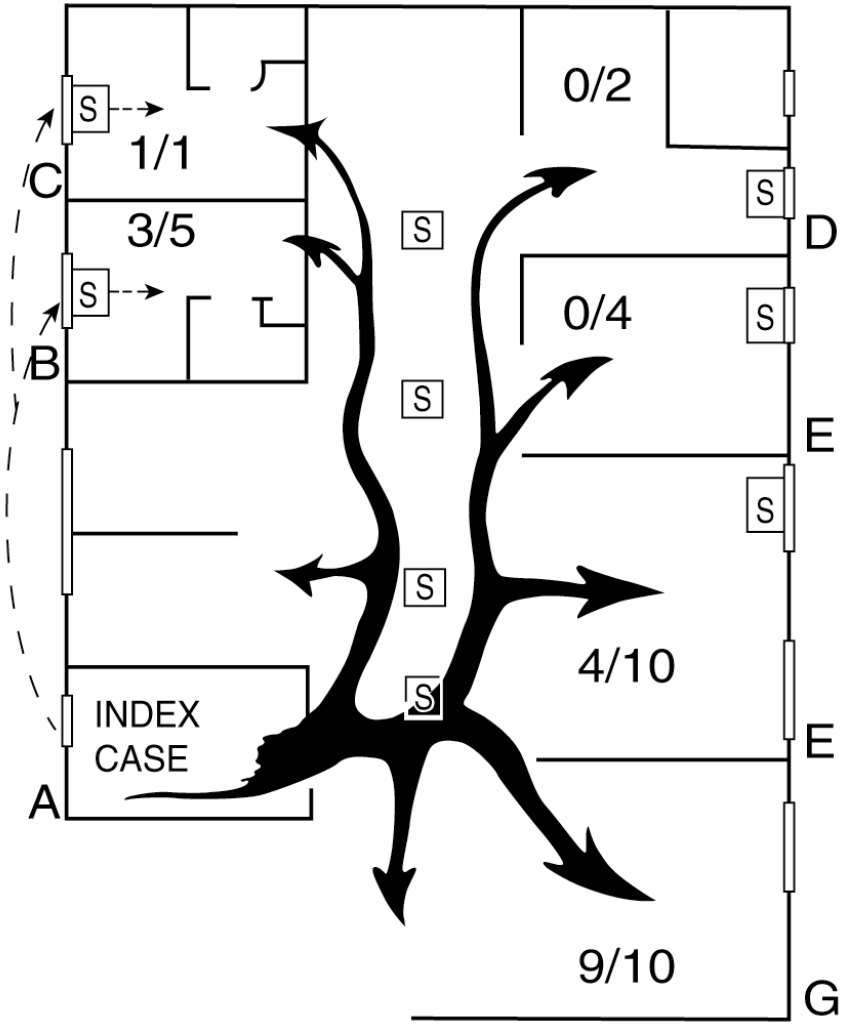


Mod. fra Maj M. R. Bell, USUSH, Bethesda

Influensapandemien 1957



Spredning av vannkopper og luftstrømmer på sengepost



Leclair JM et al. NEJM 1980;302:8

Tang JV J Hosp Infect 2006

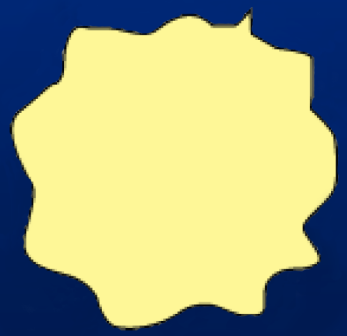
Dråpe

> 0.1 mm

Dråpekjerne

1-5 µm

Hudpartikkel



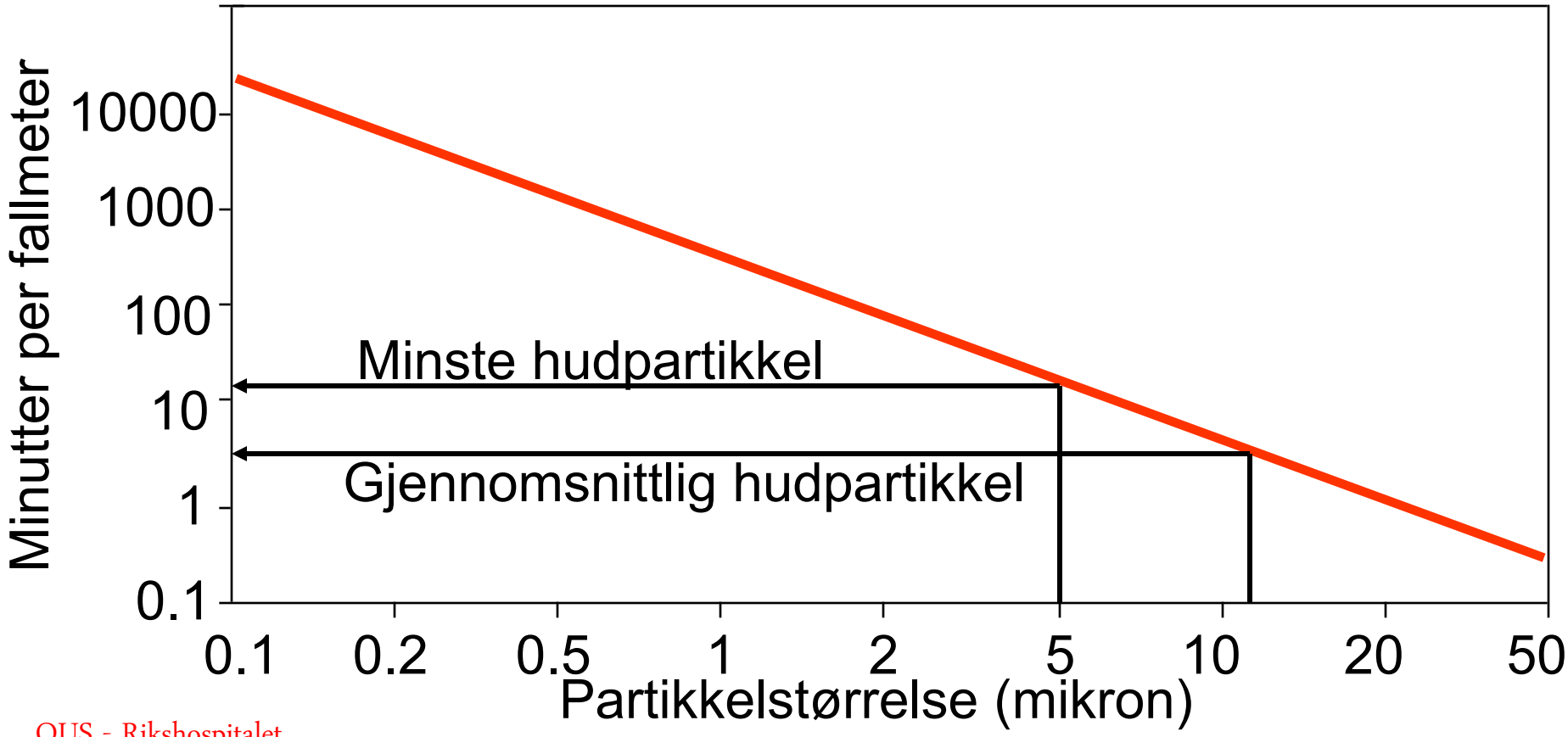
Luftsmitte - hudpartikler

- Frigjøring av bakteriebærende partikler fra hud:
  - Stillestående person: 10.000 per minutt
  - Kraftig fysisk aktivitet: 50.000 per minutt
- Størrelse: 5-60 µm, gjennomsnitt 12 µm
- Kan bære flere bakterier/mikrokolonier
- Gjennomsnittlig fallhastighet 0,3 m/min

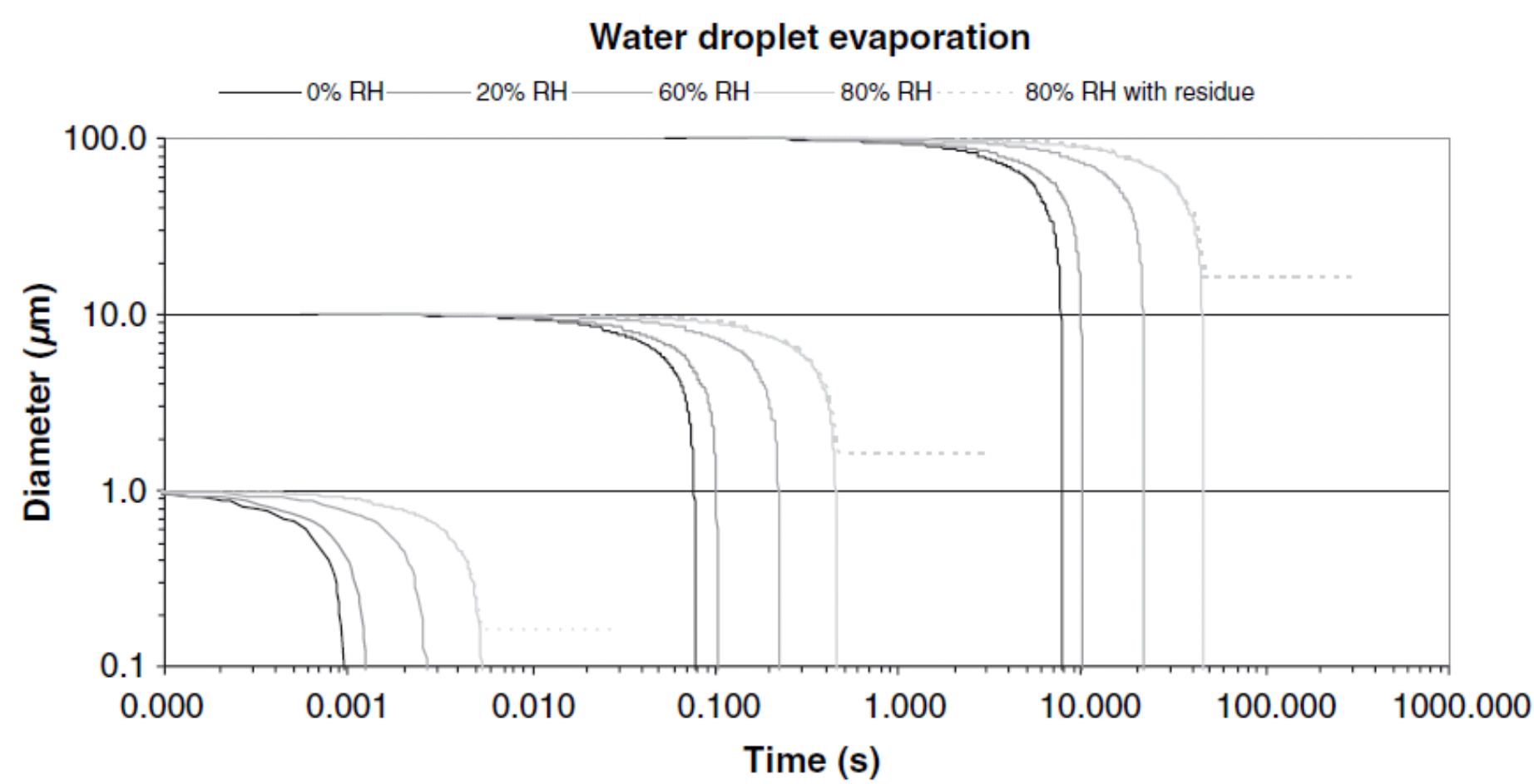
Partiklers fallhastighet

Diameter (µm)	Fallhastighet sek. per meter	Tid for å falle sv. til romhøyde
1000	0,3	1 sek
100	3	10 sek
20	90	4 min
10	300	17 min
1	30.000	Ubegrenset

Sedimentasjon av partikler



Fordampning av dråper - hastighet

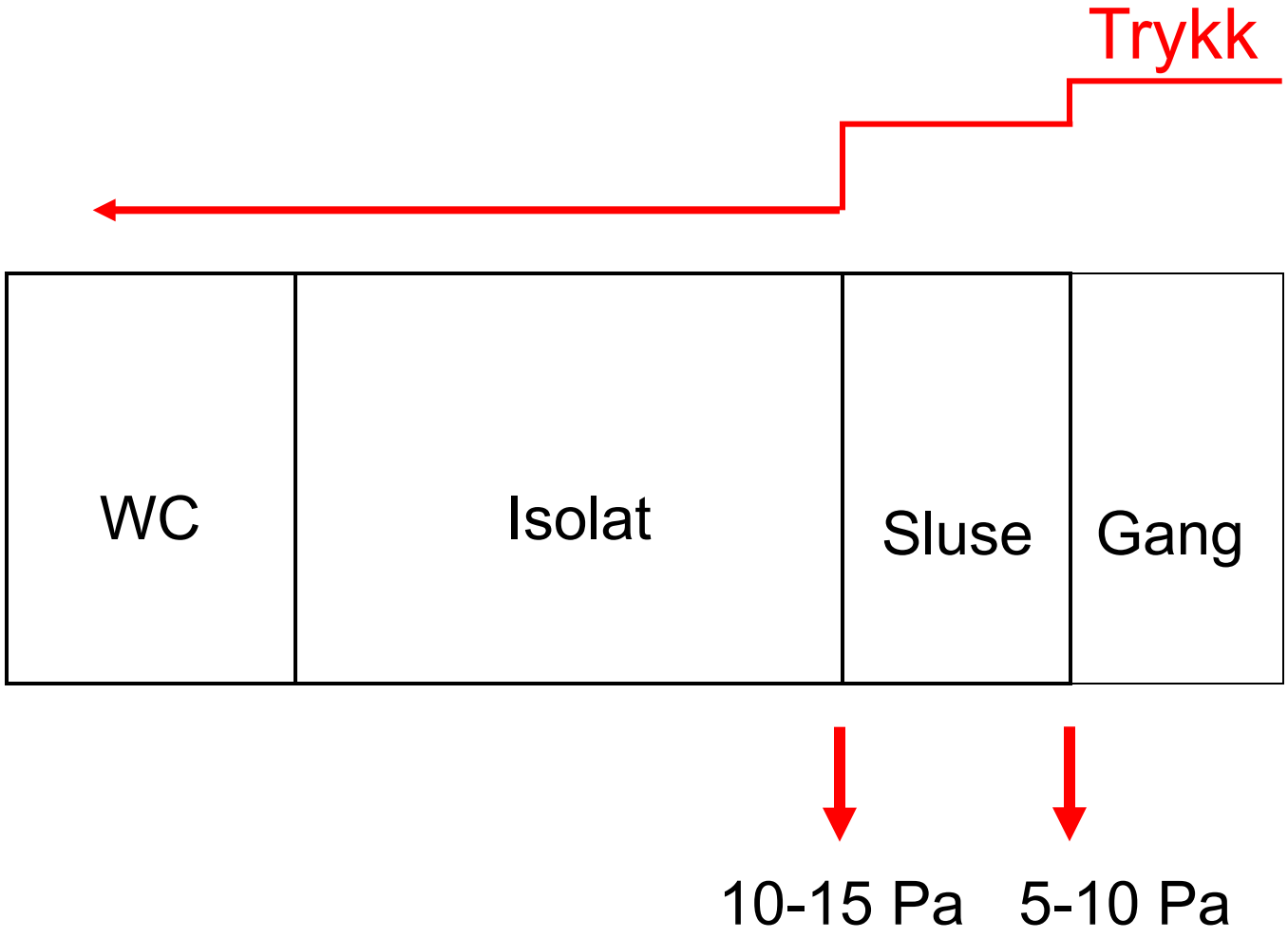


Morawska L Indoor Air 2006;16:335

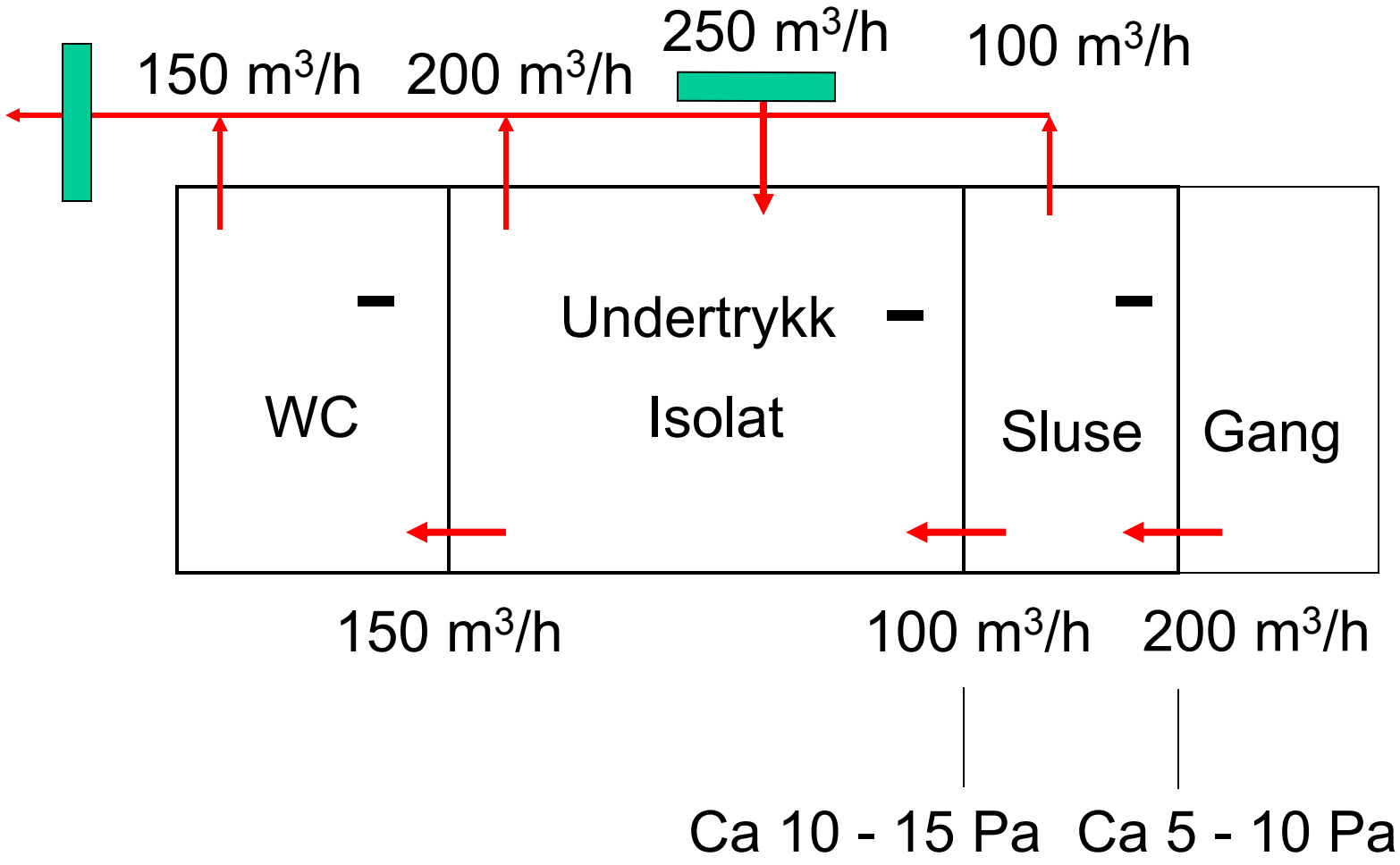
Ventilasjon av isolater

- 10 – 12 luftskiftinger per time for å beskytte personell og besøkende i isolatet
- Styrt luftretning
- Unngå kortslutninger
- Trykkgradient av størst betydning ved passasje inn og ut, men størst gradient er ikke nødvendigvis best

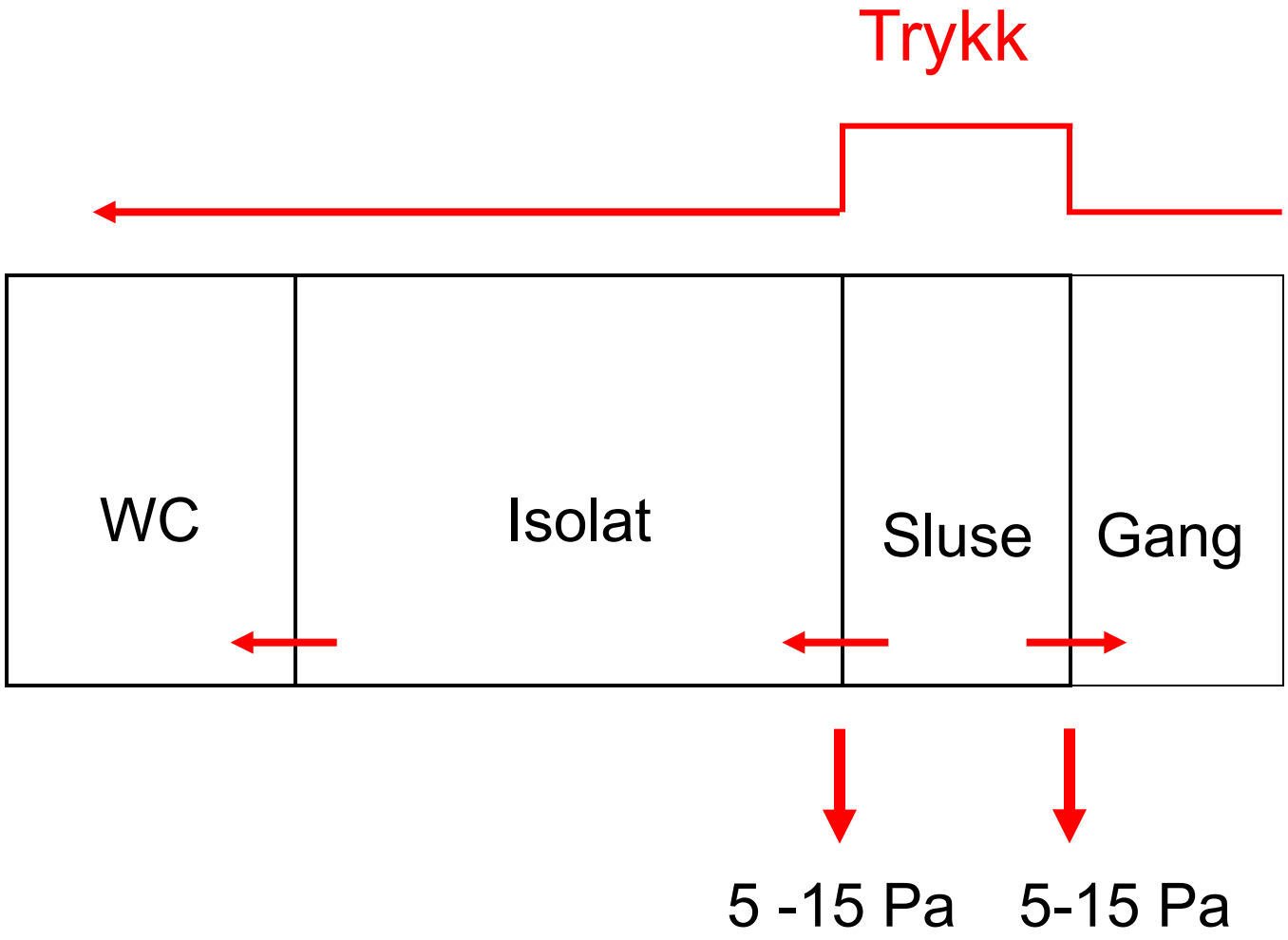
Undertrykksisolat med fallende trykk fra korridor



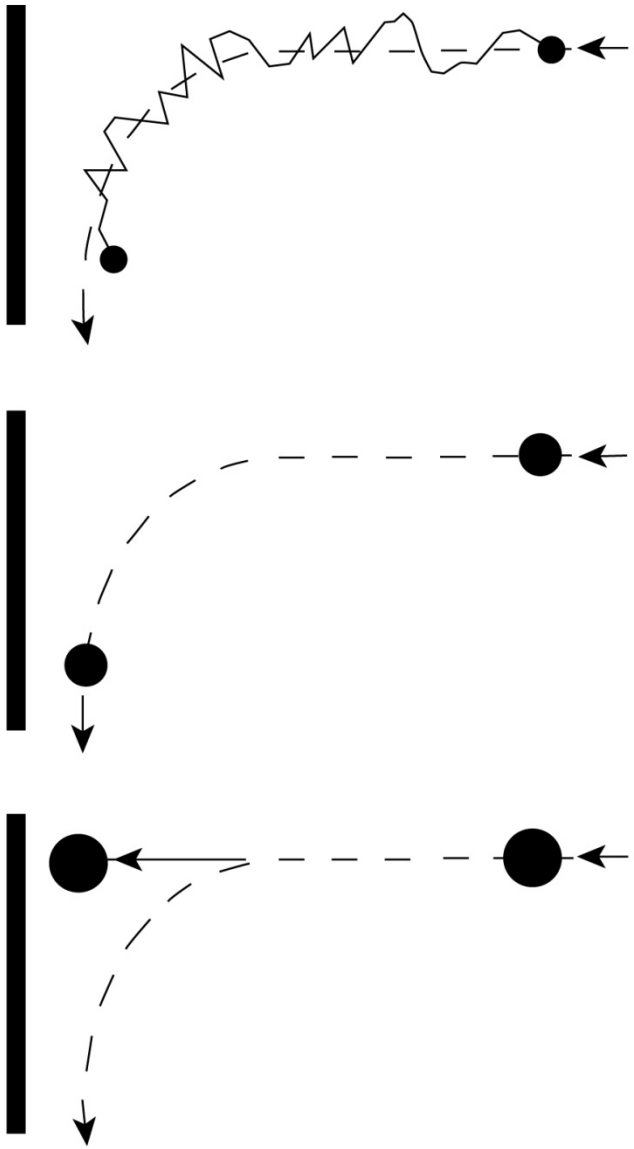
Undertrykksisolater ved Rikshospitalet



Luftsmitteisolat med overtrykk i sluse



Bevegelse av partikler i luft

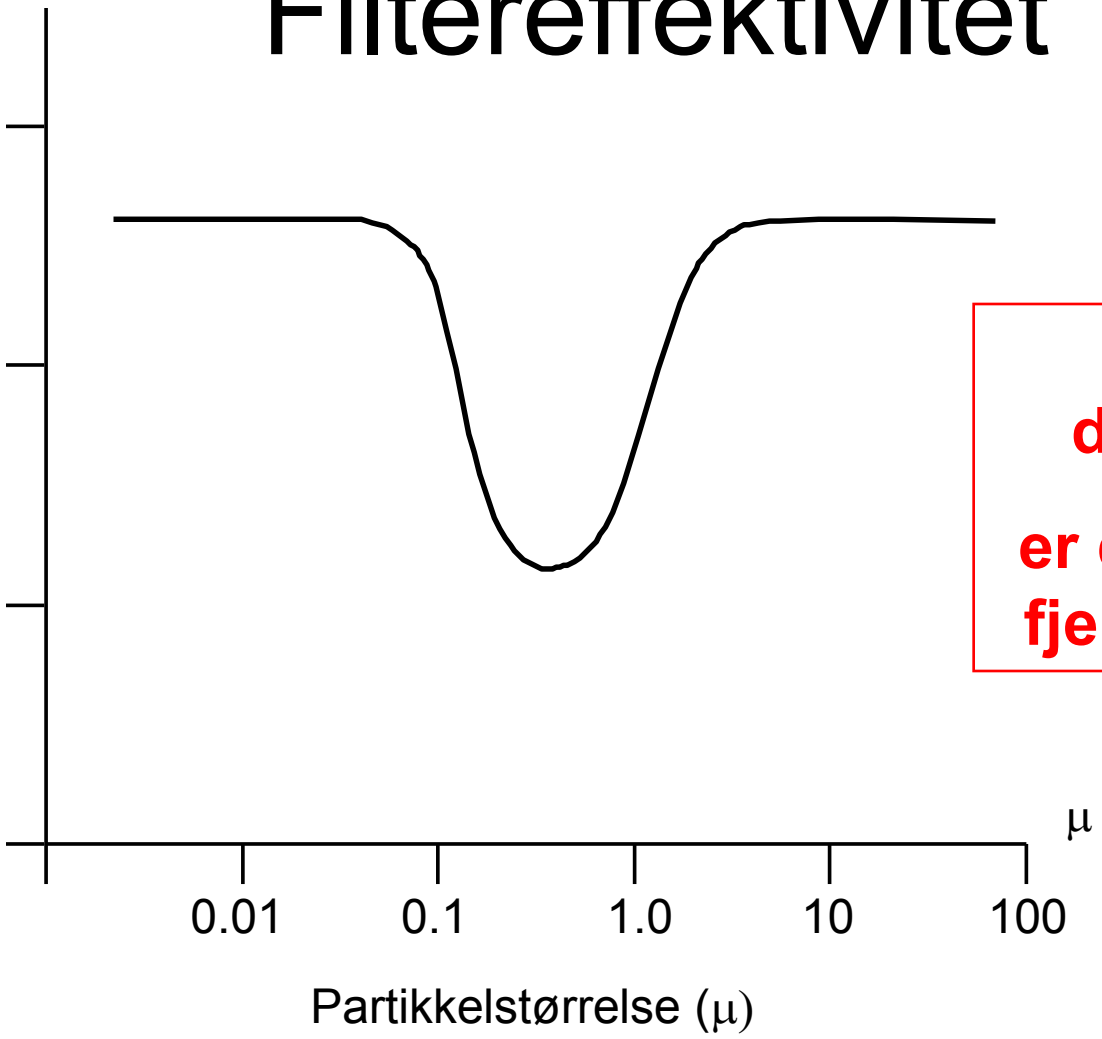


<0.1µ
ex.0.05µ

0.1- 1.0µ
ex.0.5µ

> 1.0µ
ex.5.0µ

Filtereffektivitet



Partikler med diameter 0,3 µm

er de vanskeligste å fjerne ved filtrering

Ventilasjon i operasjonsstuer

Egil Lingaas

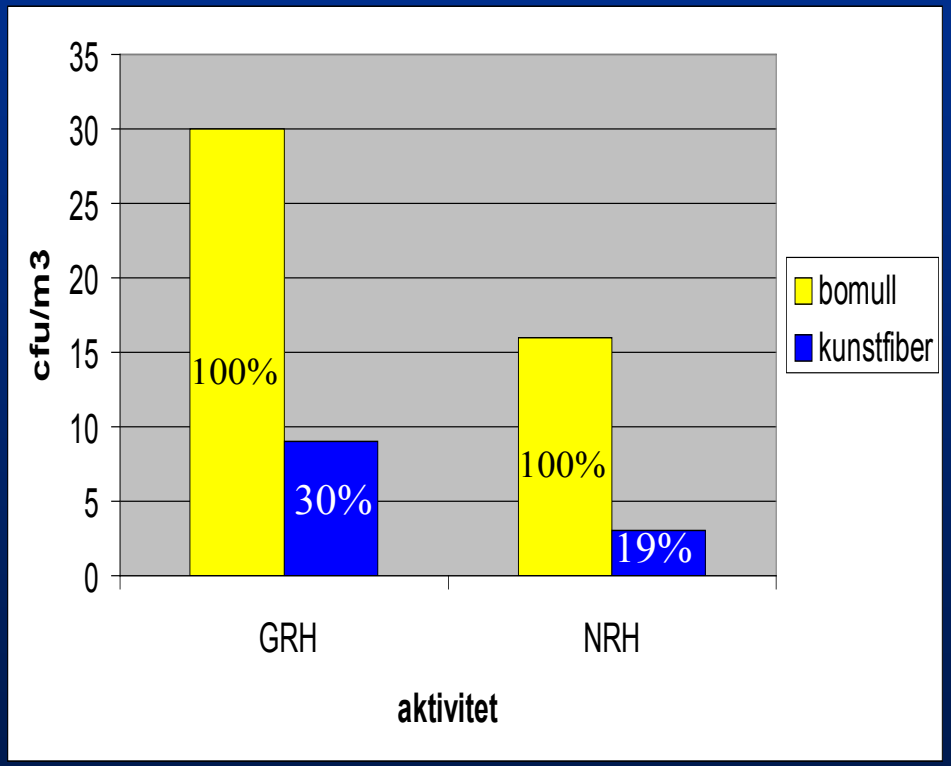
Luftbårne bakterier i operasjonsstuer

Antall personer	Antall luftskifter per time				
	0	10	20	80	600
1	38	13	8	2	0.3
5	188	67	41	12	1.7
10	375	135	82	25	3.5
15	563	202	123	38	5
20	750	269	164	49	7

Hambraeus and Laurell J Hosp Infect 1980,1:15-30

Bakterietall i luft med kunstfiberbekledning i forhold til bomullsbekledning

- På gamle Rikshospitalet
  - 70% reduksjon
- På nye Rikshospitalet
  - 81% reduksjon

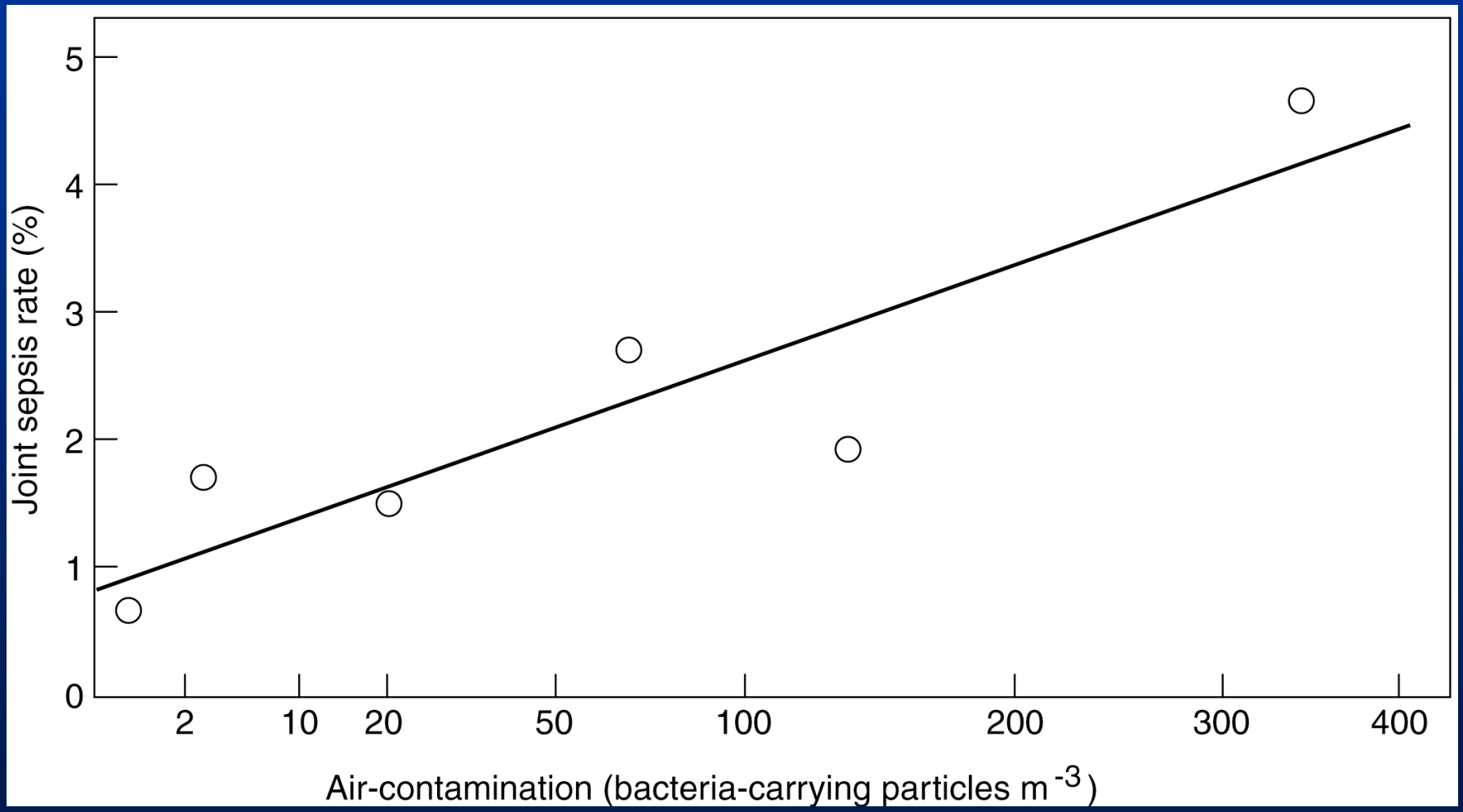


Infeksjoner etter protesekirurgi

Ventilasjon	Antibiotika	
	-	+
Konvensjonell	3,4 %	0,85%
Ultraren	1,7 %	0,42%
Ultraren + drakt	0,76%	0,42%

Lidwell at al J Hyg Camb 1984;93:505

Sammenheng mellom bakterietall i luft og infeksjoner etter protesekirurgi



Lidwell et al. J Hosp Infect 1983;4:111

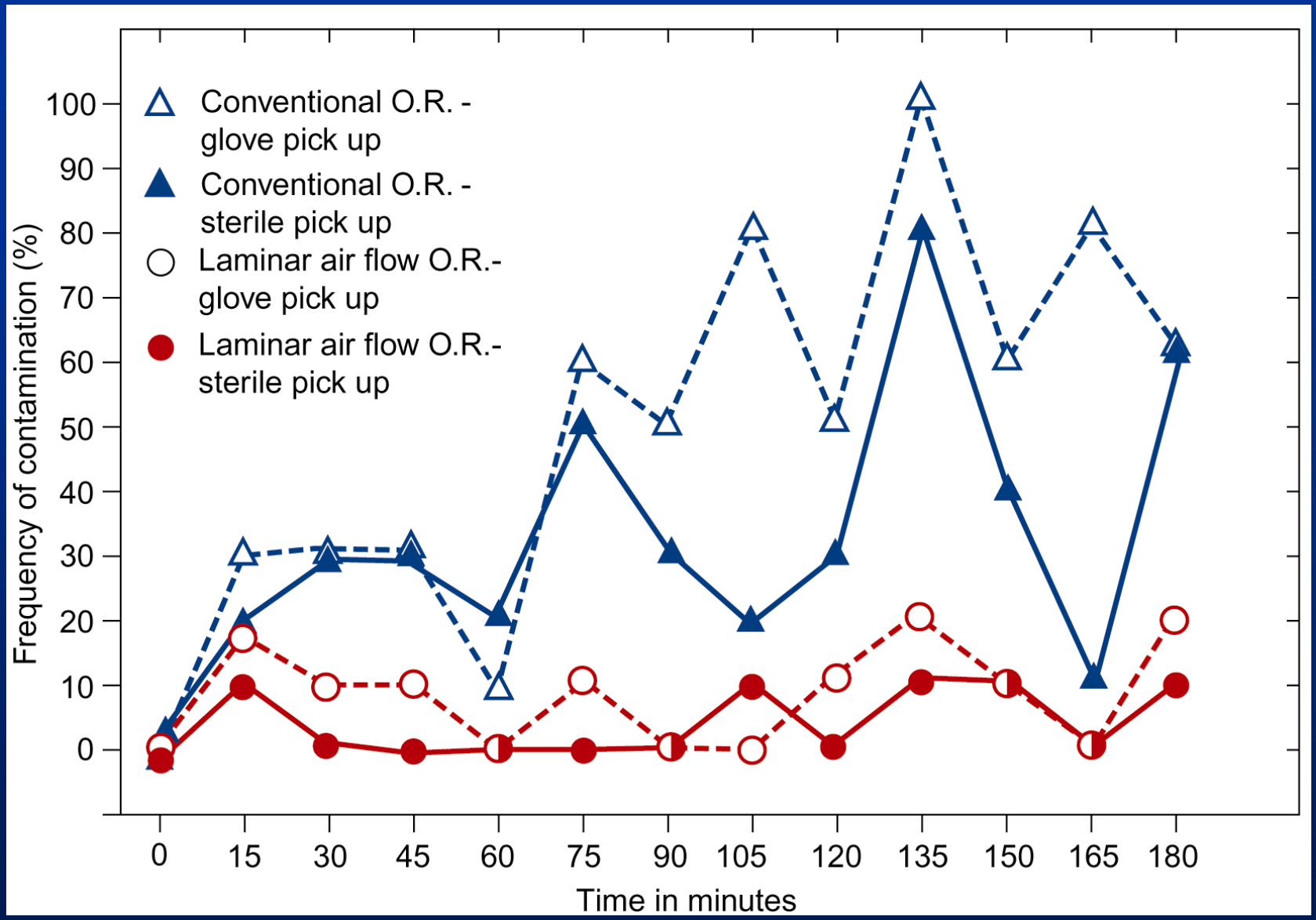
Forurensning av arteriepinsetter

	Konvensjonell	LAF
Ikke berørt	36 %	4 %
Berørt	53 %	9 %

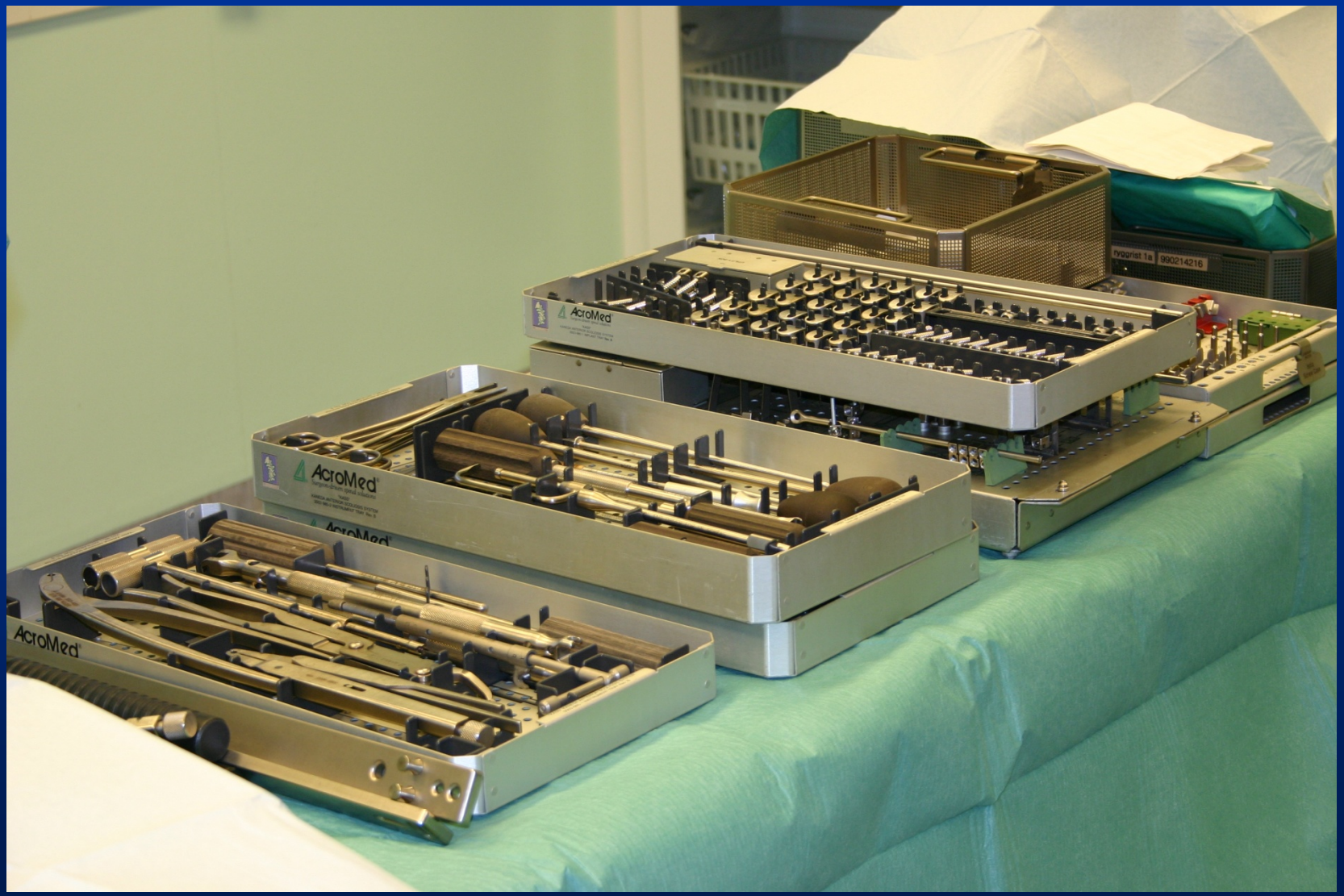
Ritter et al. 1976; 184 (5):642

	Konvensjonell	LAF	p-verdi
Luft (CFU/ft^2/hr)	289	17	<0.005
Forurensning av:			
Knivblad	50%	4%	<0.005
Arteriepinsett	53%	9%	<0.005
Sår etter åpning	11.4%	1.07%	<0.005
Sår før lukking	22%	6.6%	<0.001

Ritter et al. 1976; 184 (5):642

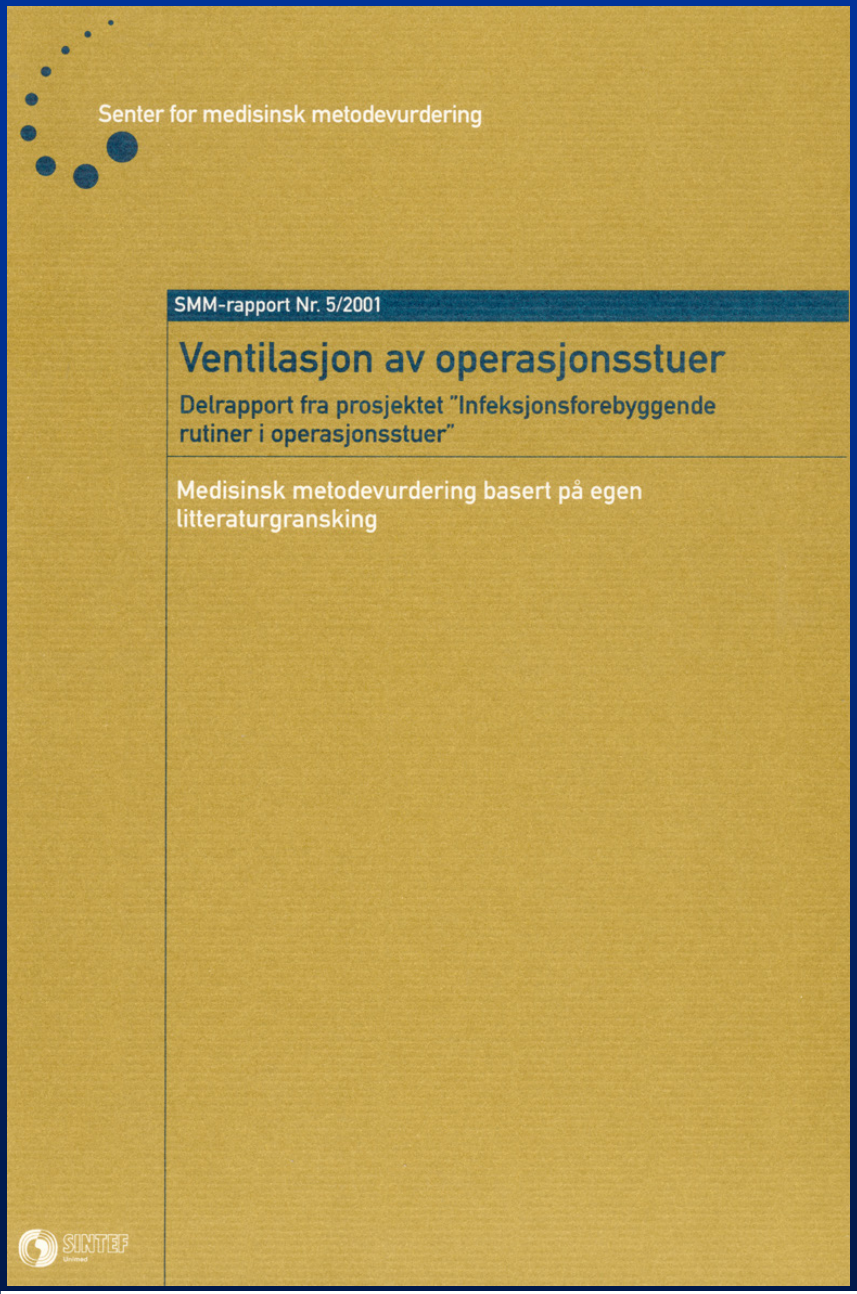


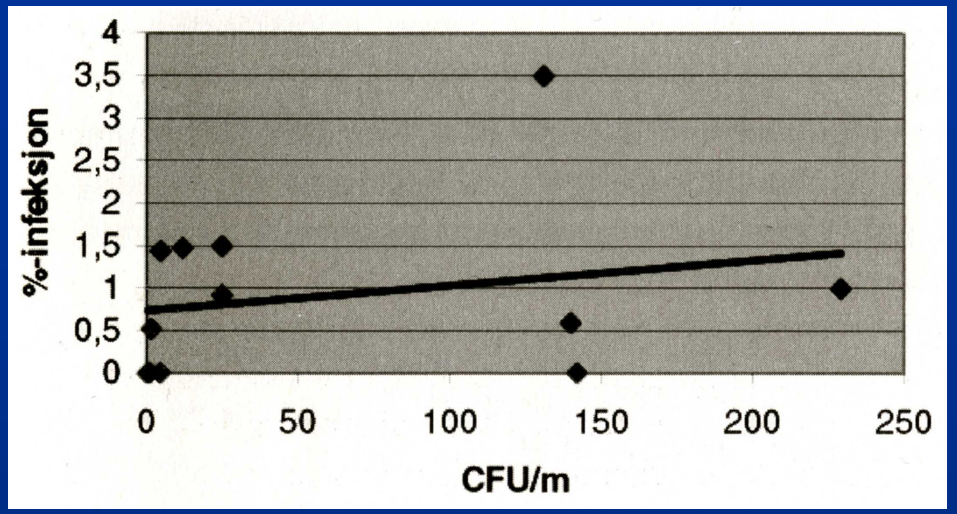
Ritter et al. 1976; 184 (5):642


AcroMed
AcroMed
AcroMed
ryggrist 1a 990214216

Stue2

KREUZER





"Det kan være fristende å trekke disse konklusjoner:

Så sant CFU/m^3 < 500 er det ingen sikker korrelasjon mellom infeksjonsfrekvens og CFU/m^3, hverken ved systematisk bruk av antibiotika, uten profylakse eller ved blandet antibiotikapraksis:"

Sundhedsstyrelsen
VENTILATION PÅ OPERATIONSSTUER
– en medicinsk teknologivurdering
2011
Medicinsk Teknologivurdering 2011;13(3)

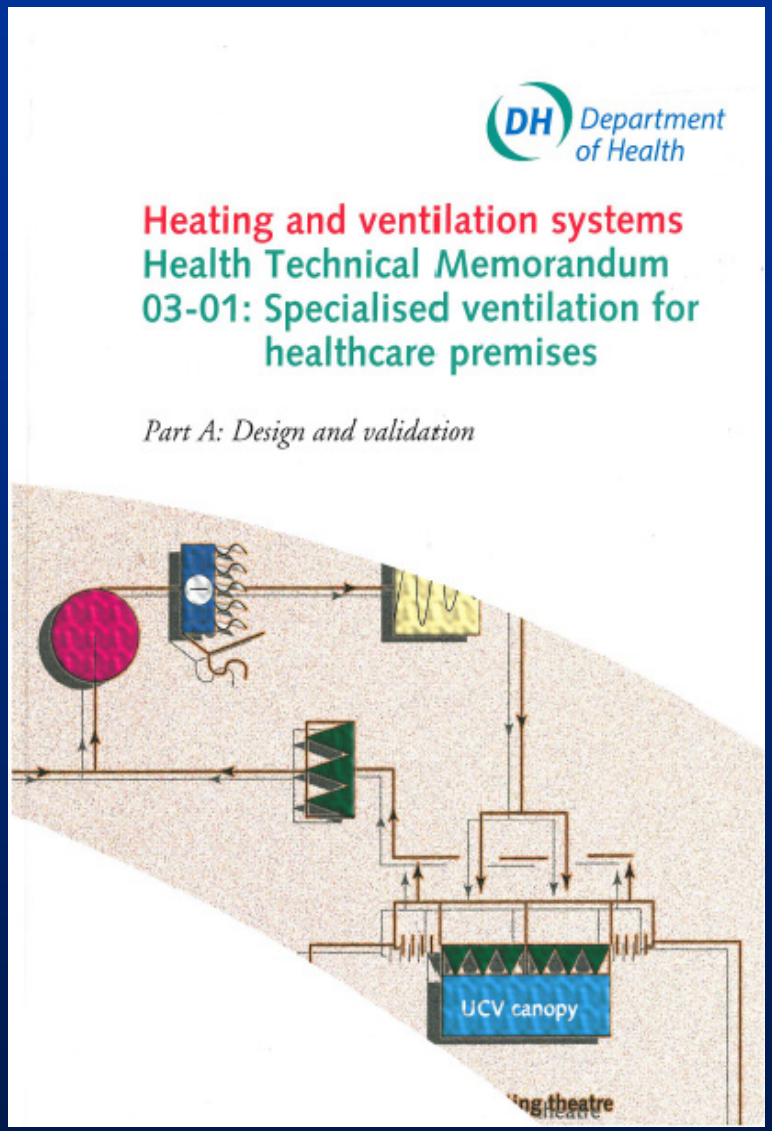
Konklusjoner

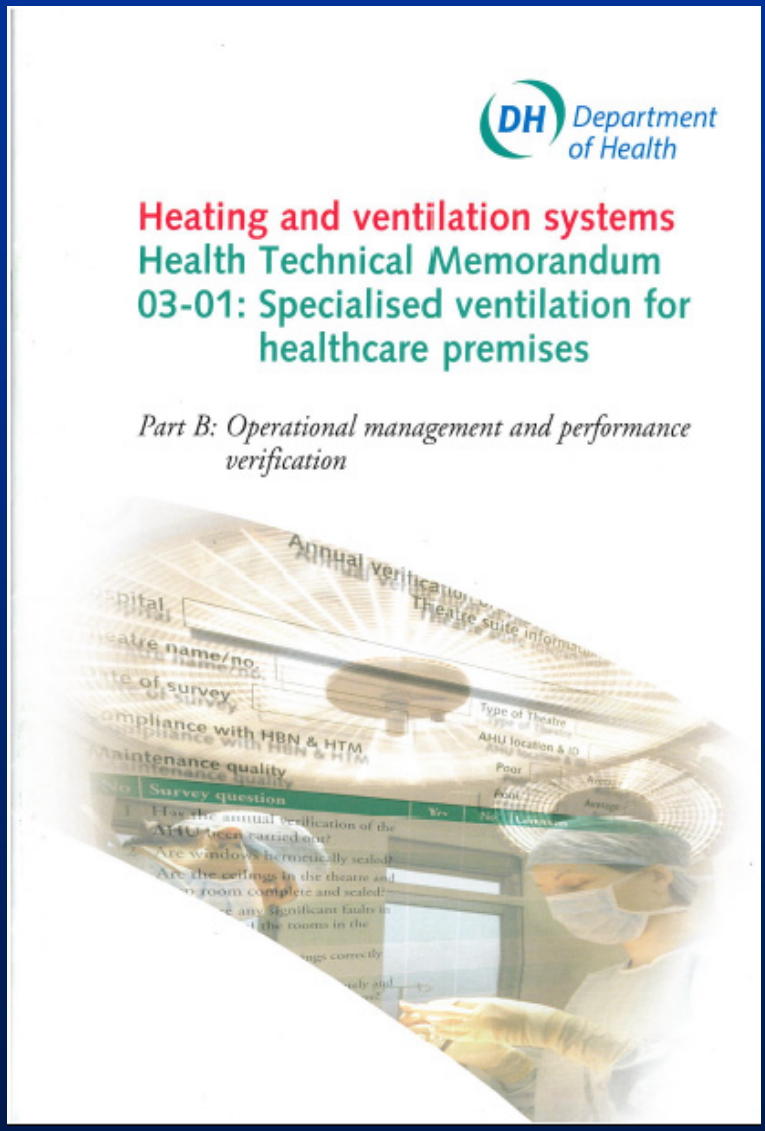
Denne rapport har fokus på en enkelt af de infektionsdisponerende faktorer, nemlig luftens renhed i operationsfeltet. Det er national og international standard, at infektionsfølsom kirurgi inden for ortopædkirurgi foregår i såkaldt ultraren luft i operationsfeltet – defineret ved højst 10 mikroorganismer (fx bakterier) pr. kubikmeter luft.

LAF-anlæg er betydeligt dyrere i både anlægsudgifter og driftsomkostninger, men indsættelse af ledproteser i denne ventilation medfører ikke en lavere frekvens af infektion end hvis operation foregik i konventionelle TAF-anlæg. Operation i LAF forekommer endda at være forbundet med en uændret eller øget infektionsfrekvens ved førstegangs hofteudskiftning.

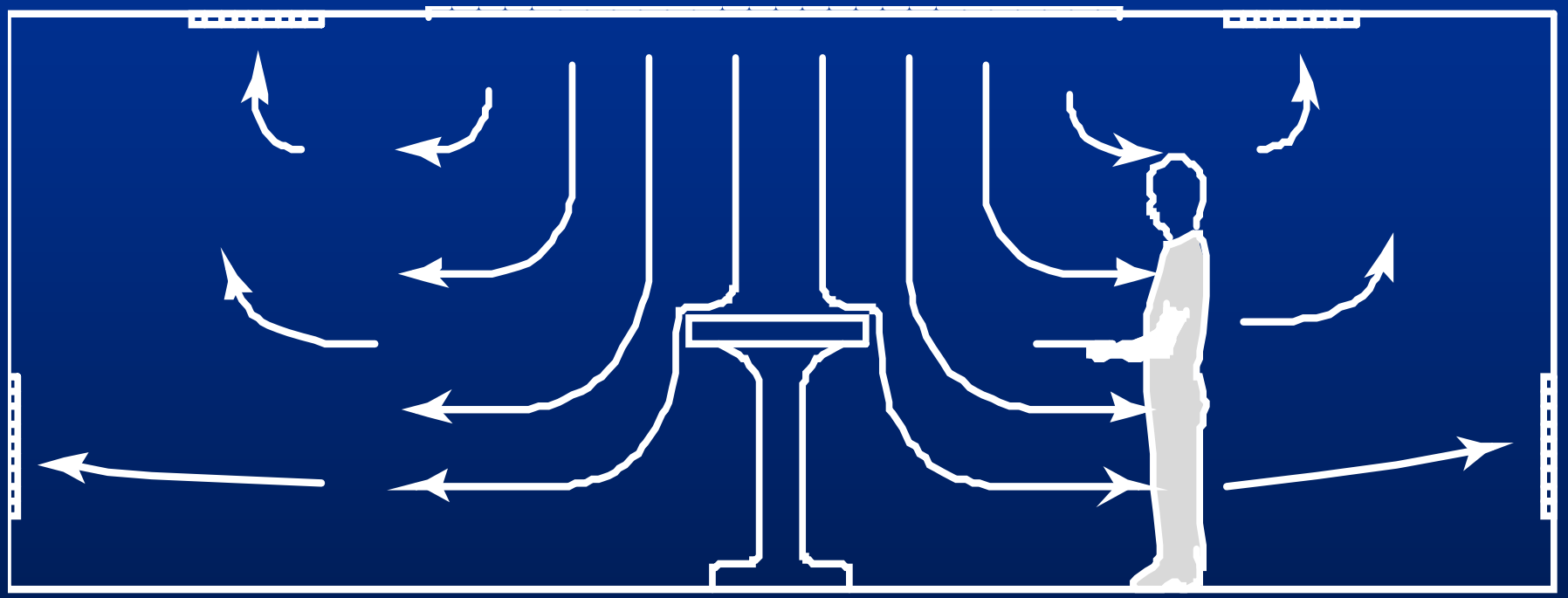
Den aktuelle MTV har ligeledes ikke kunnet finde dokumentation for en markant forskel i forekomst af dyb infektion afhængig af overholdelse af en standard, der dikterer et meget lavt niveau af bakteriebærende partikler i luften over patienten.

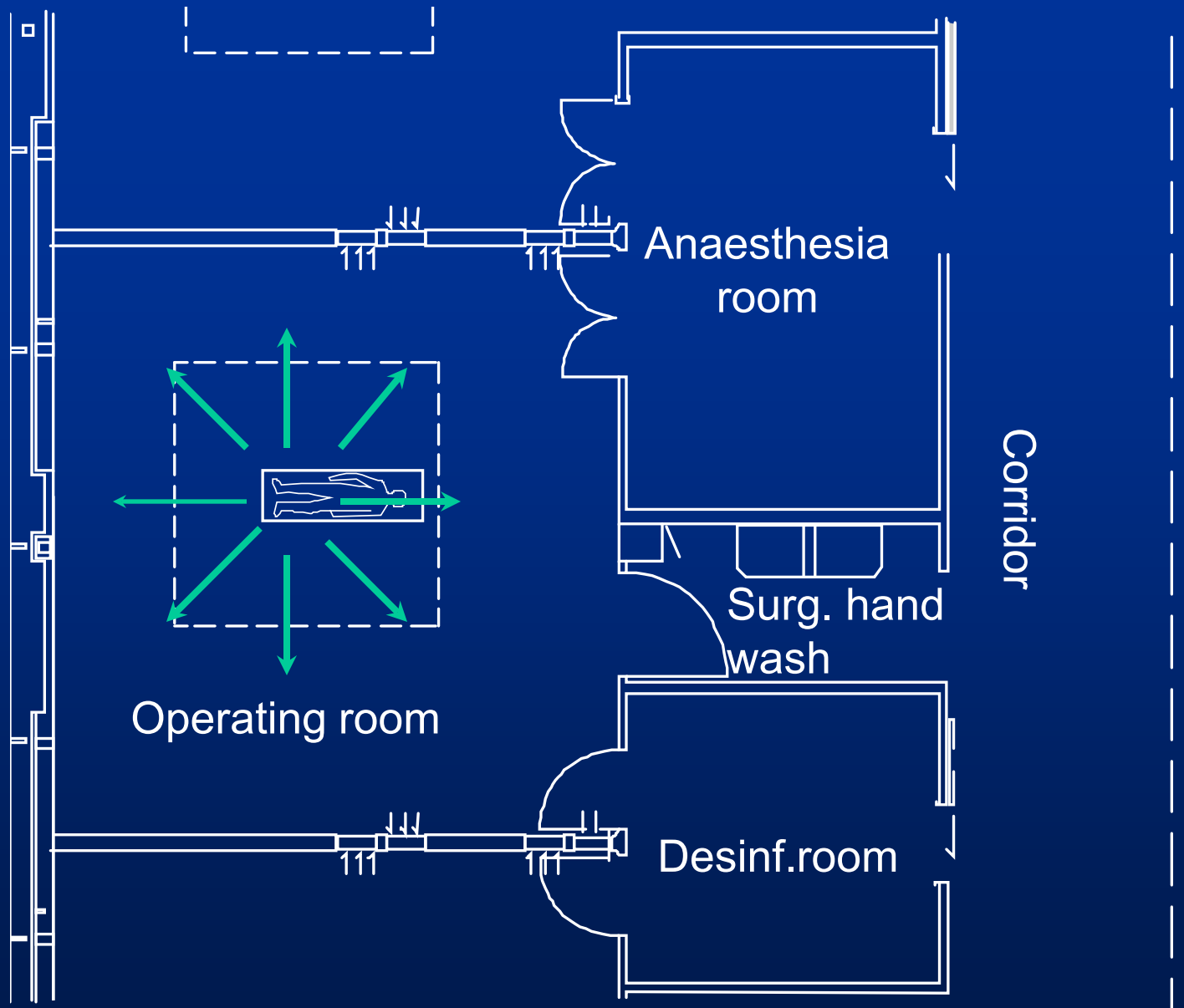
Der er således ikke påvist en sammenhæng mellem ventilation med ultraren luft og sårforurening, men dermed kan det ikke konkluderes, at luftens renhed er uden betydning. Det antyder snarere, at den nuværende grænseværdi for ultraren luft ikke adskiller risiko og sikkerhed for udvikling af infektion.


DH Department of Health
Heating and ventilation systems
Health Technical Memorandum
03-01: Specialised ventilation for healthcare premises
Part A: Design and validation
UCV canopy

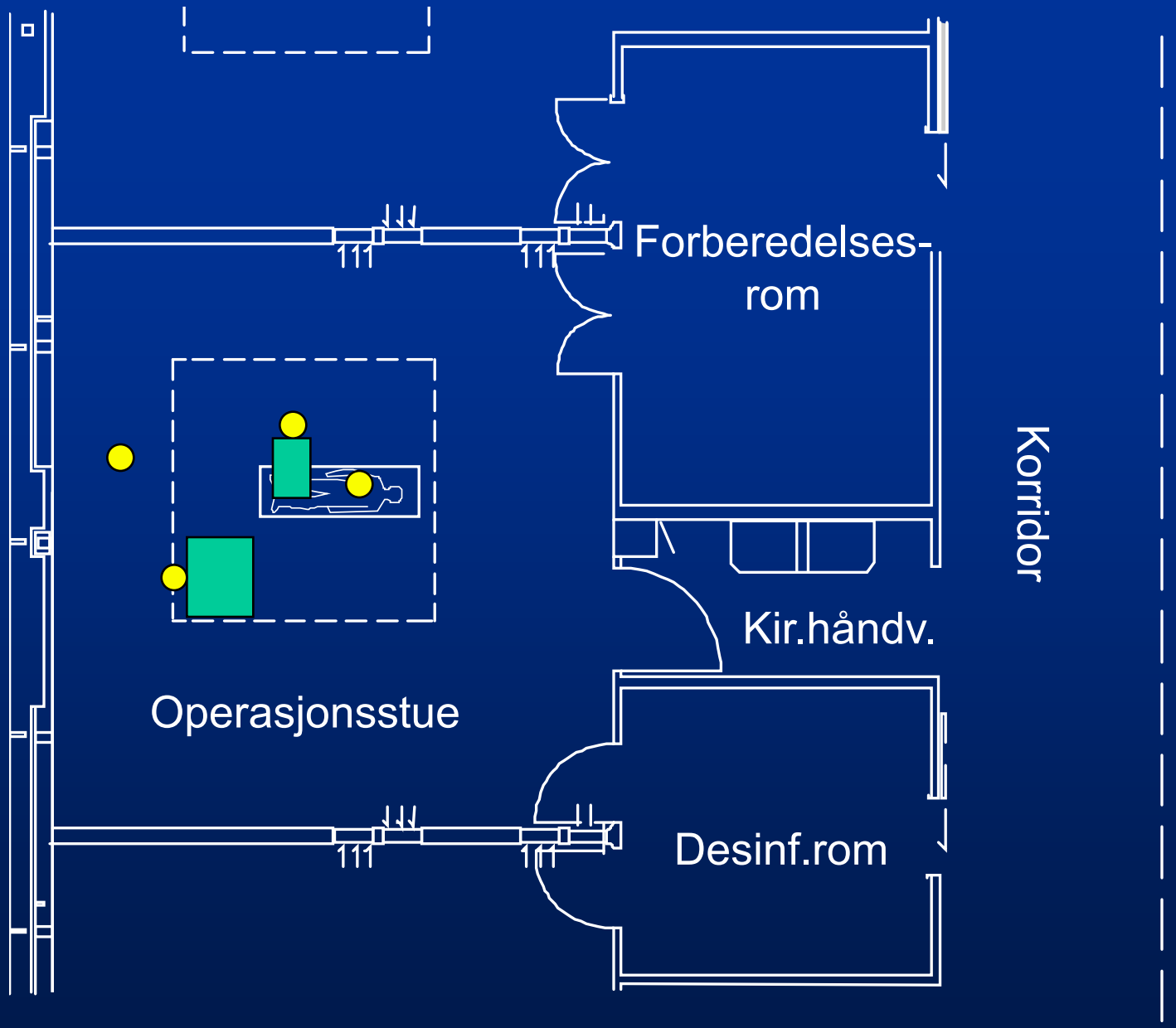

DH Department of Health
Heating and ventilation systems
Health Technical Memorandum
03-01: Specialised ventilation for healthcare premises
Part B: Operational management and performance verification

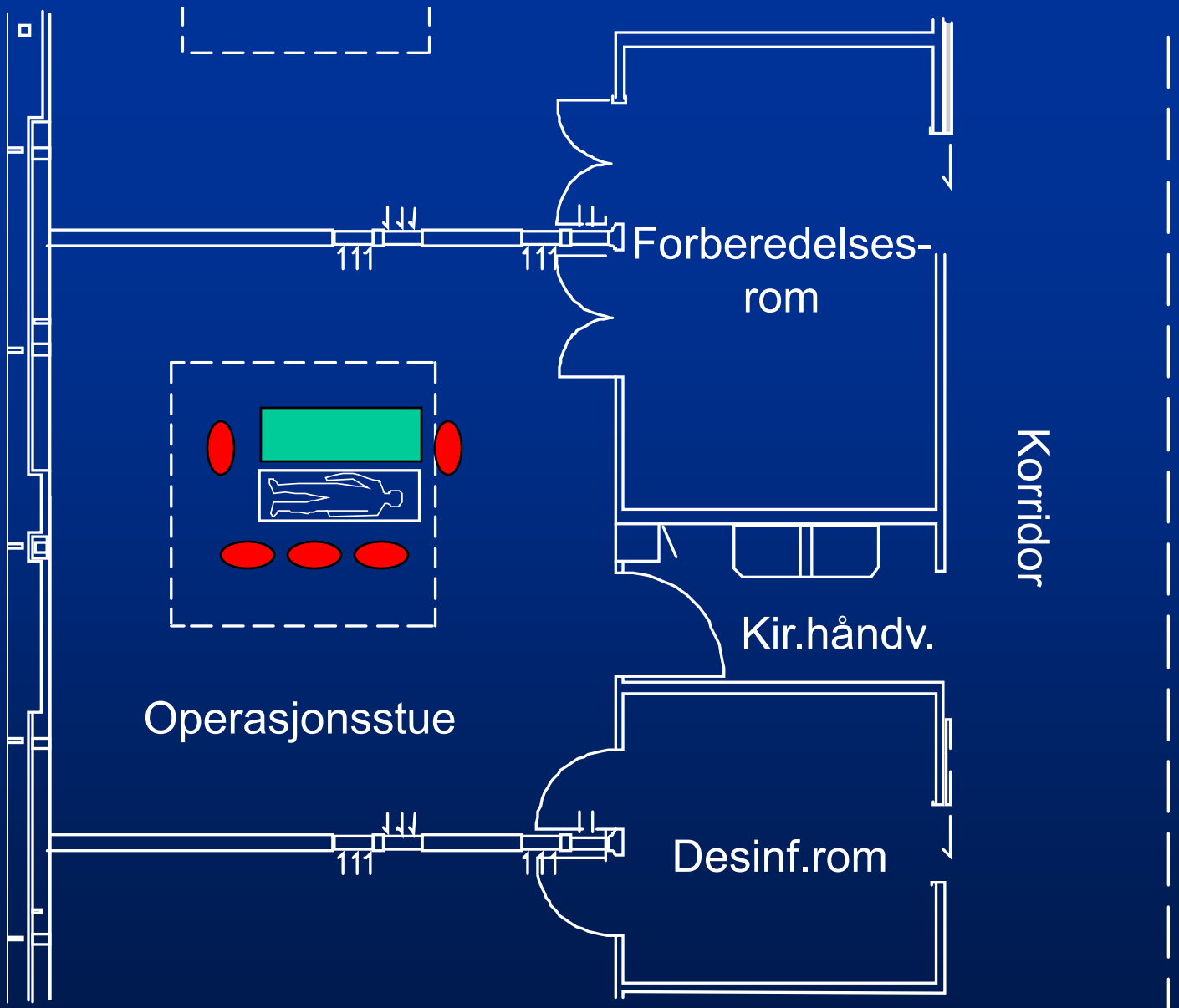
Laminar airflow (”exflow”)

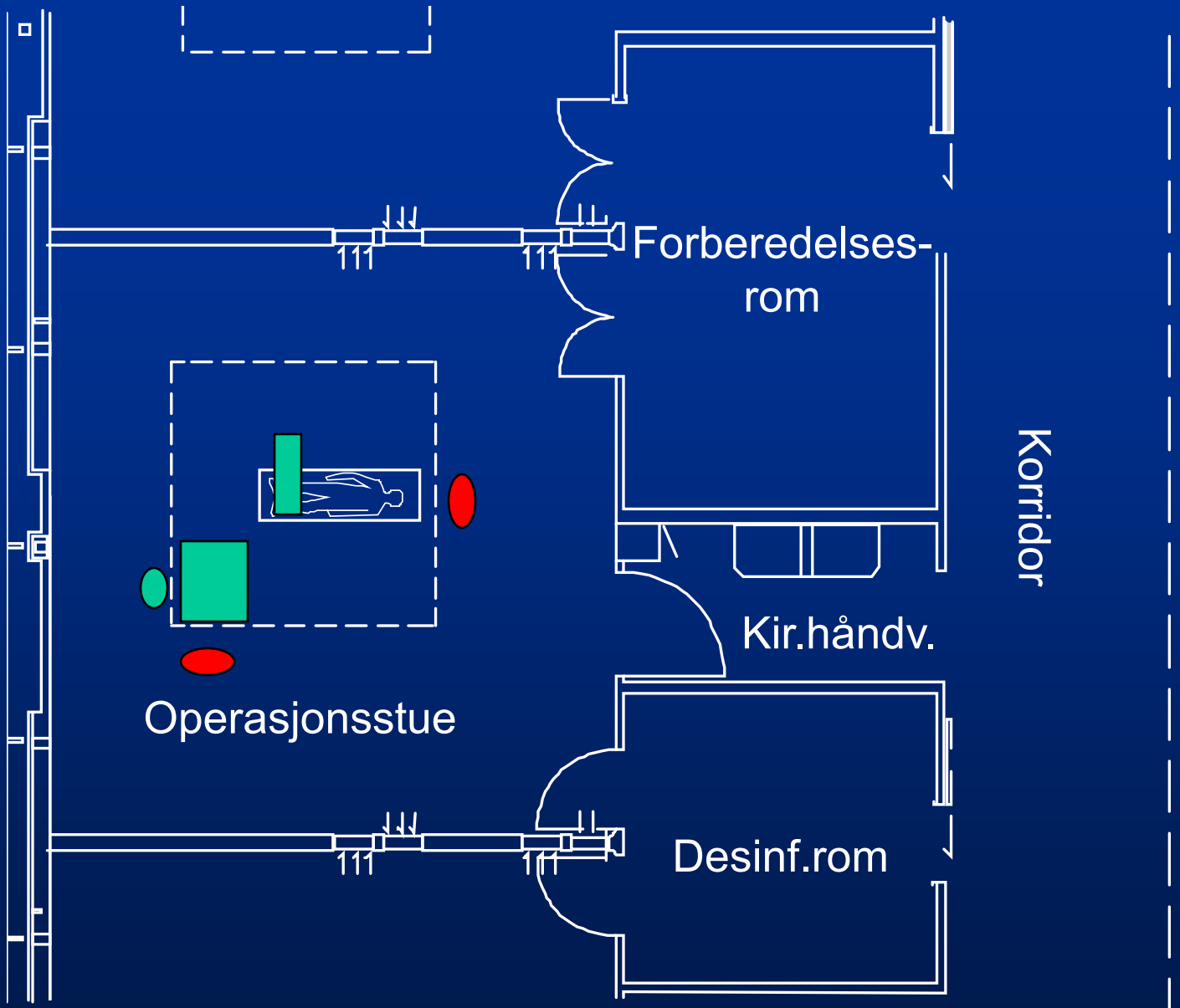


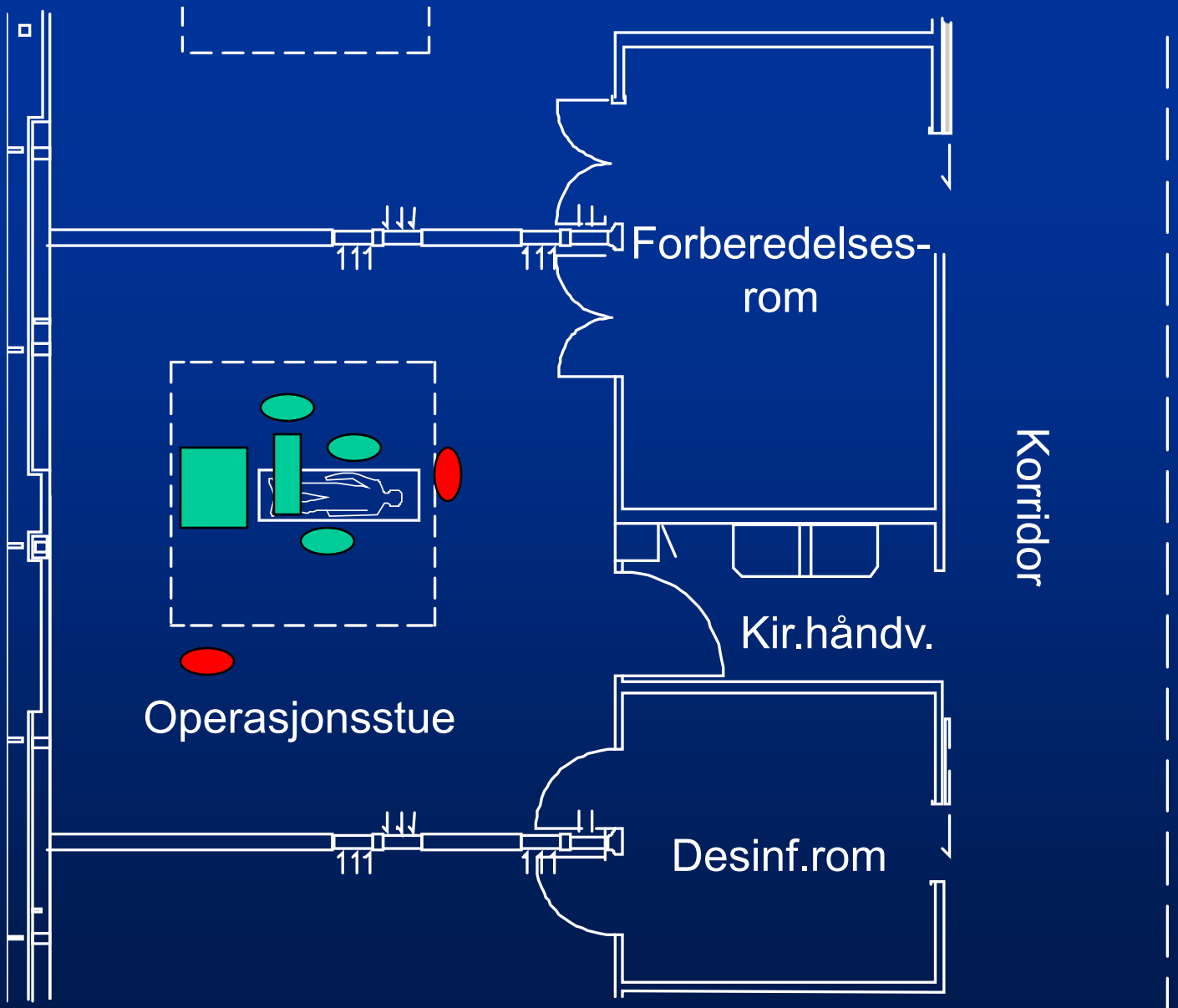

Anaesthesia room
Corridor
Surg. hand wash
Operating room
Desinf.room

- Plassering av luftmålere

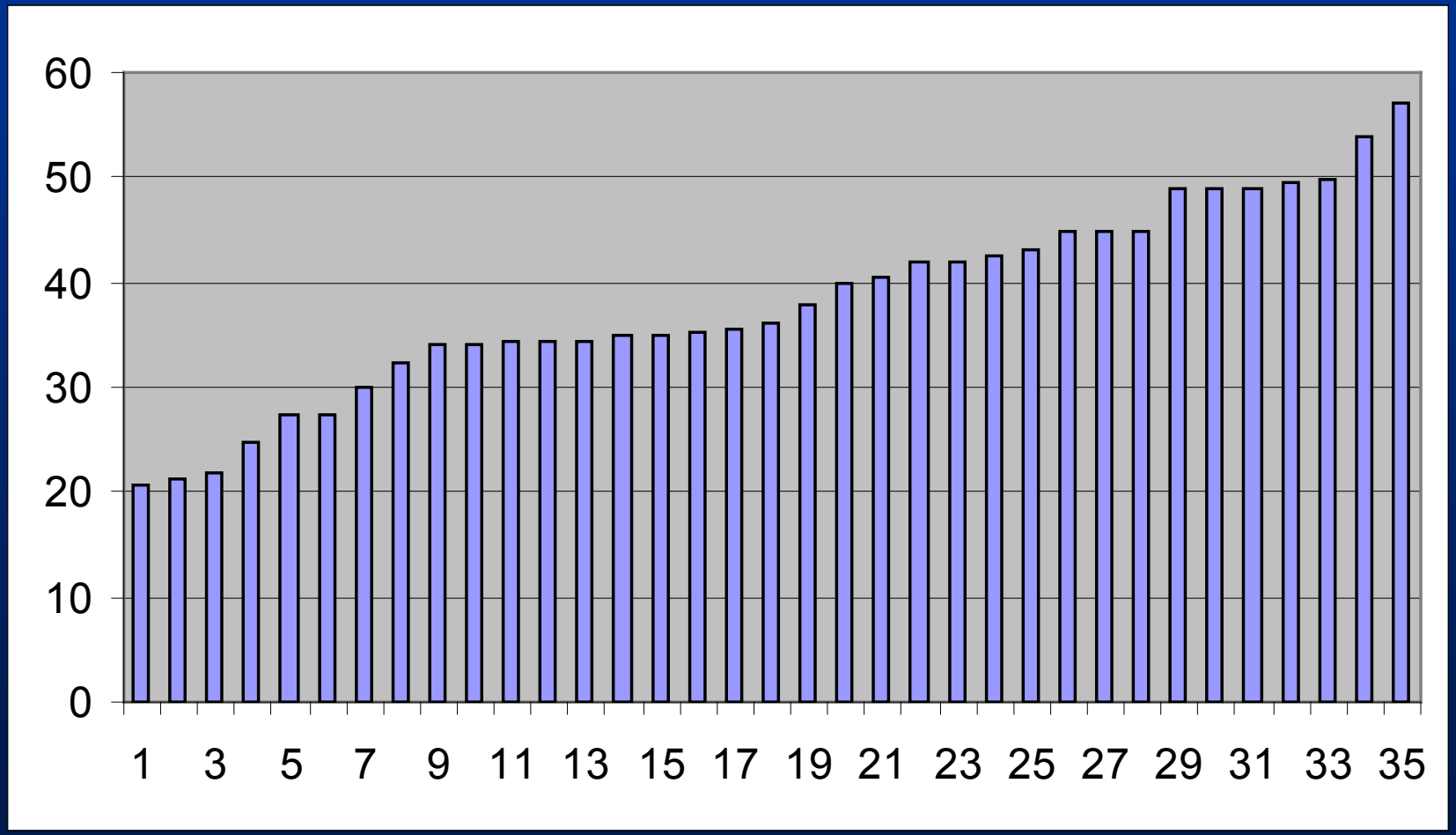



Forberedelses-
rom
Korridor
Kir.håndv.
Operasjonsstue
Desinf.rom

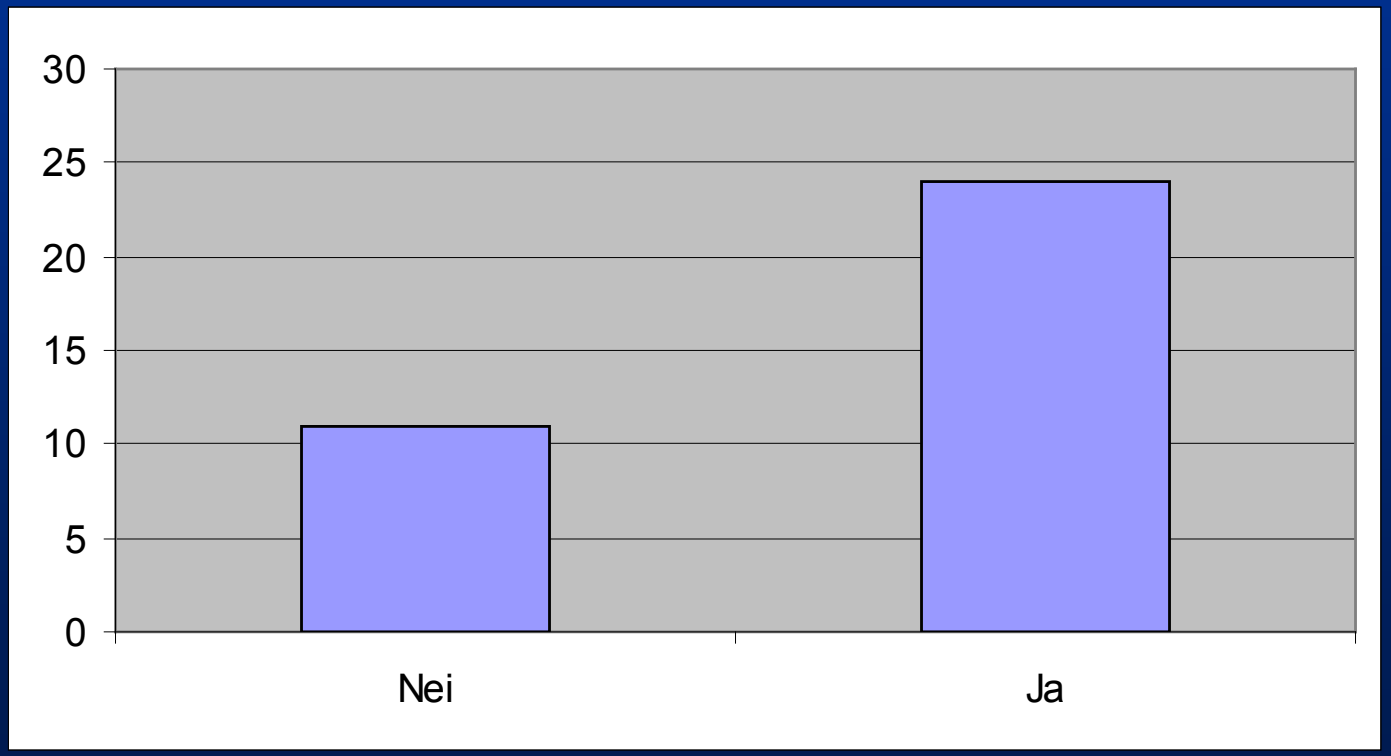

Forberedelses-
rom
Korridor
Kir.håndv.
Operasjonsstue
Desinf.rom


Forberedelses-
rom
Korridor
Kir.håndv.
Operasjonsstue
Desinf.rom

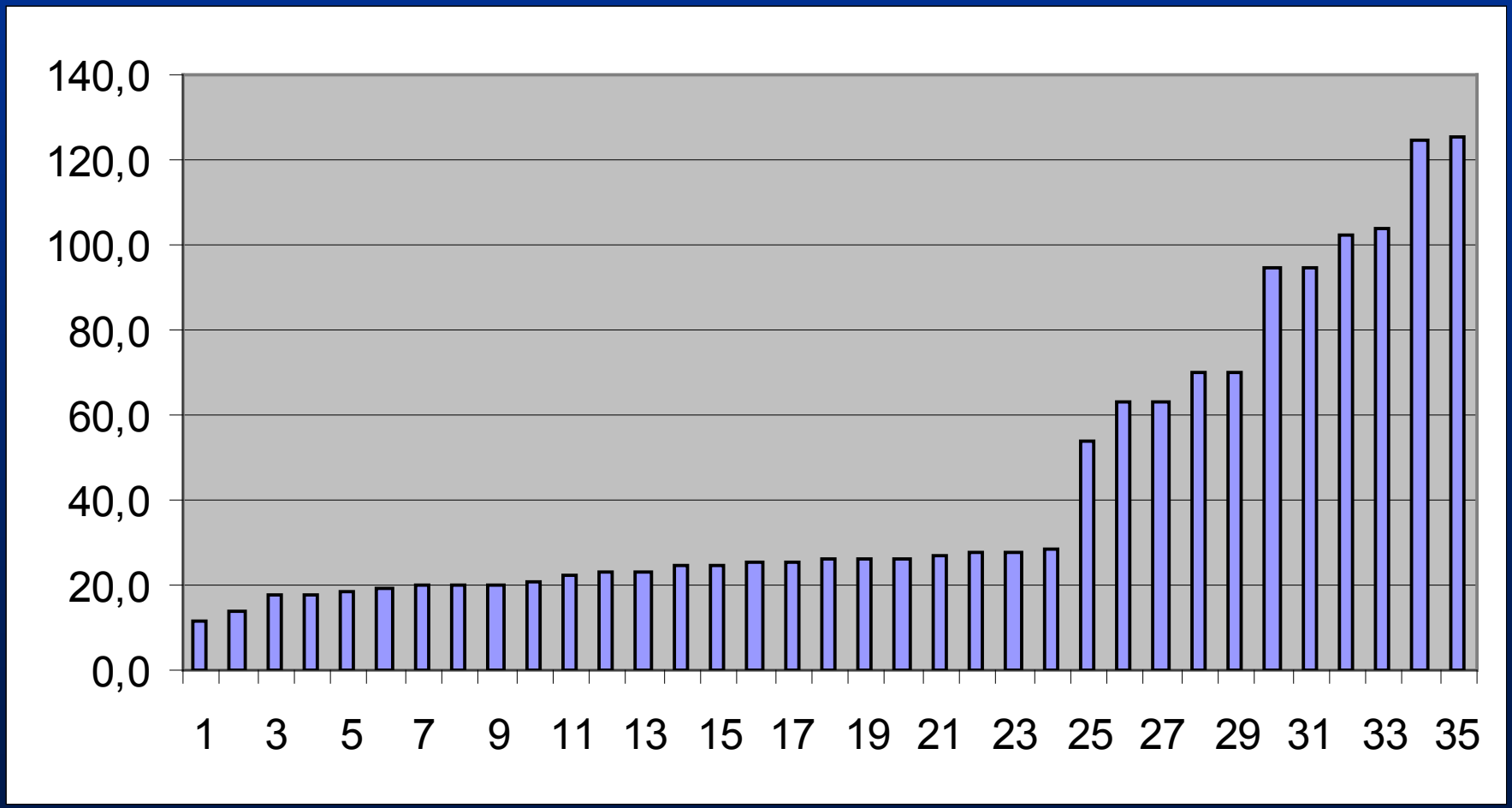
Operasjonsstuer i Helse Sør-Øst
Areal (m^3)



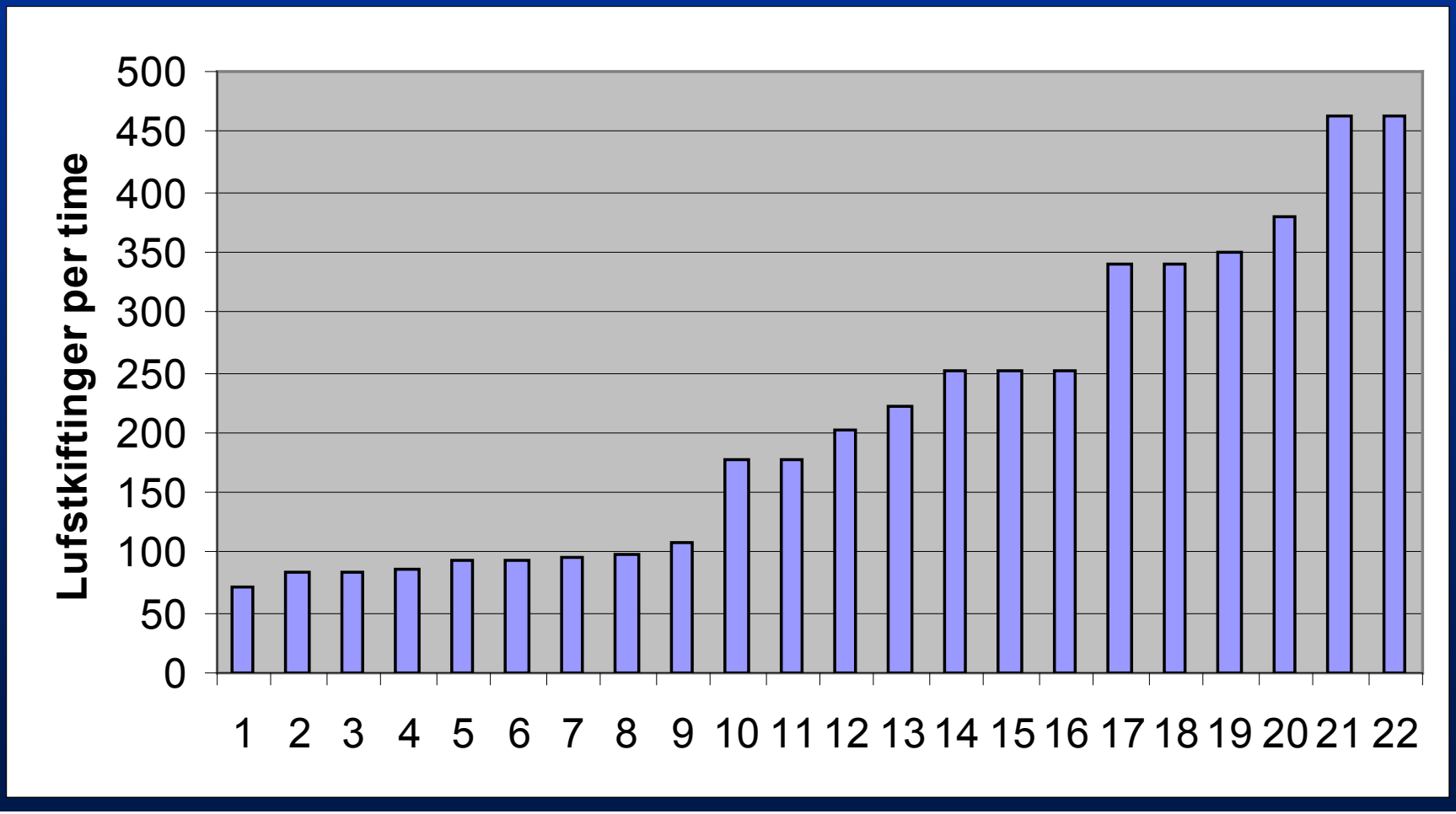
Ventilasjon
Tilførsel gjennom perforert tak



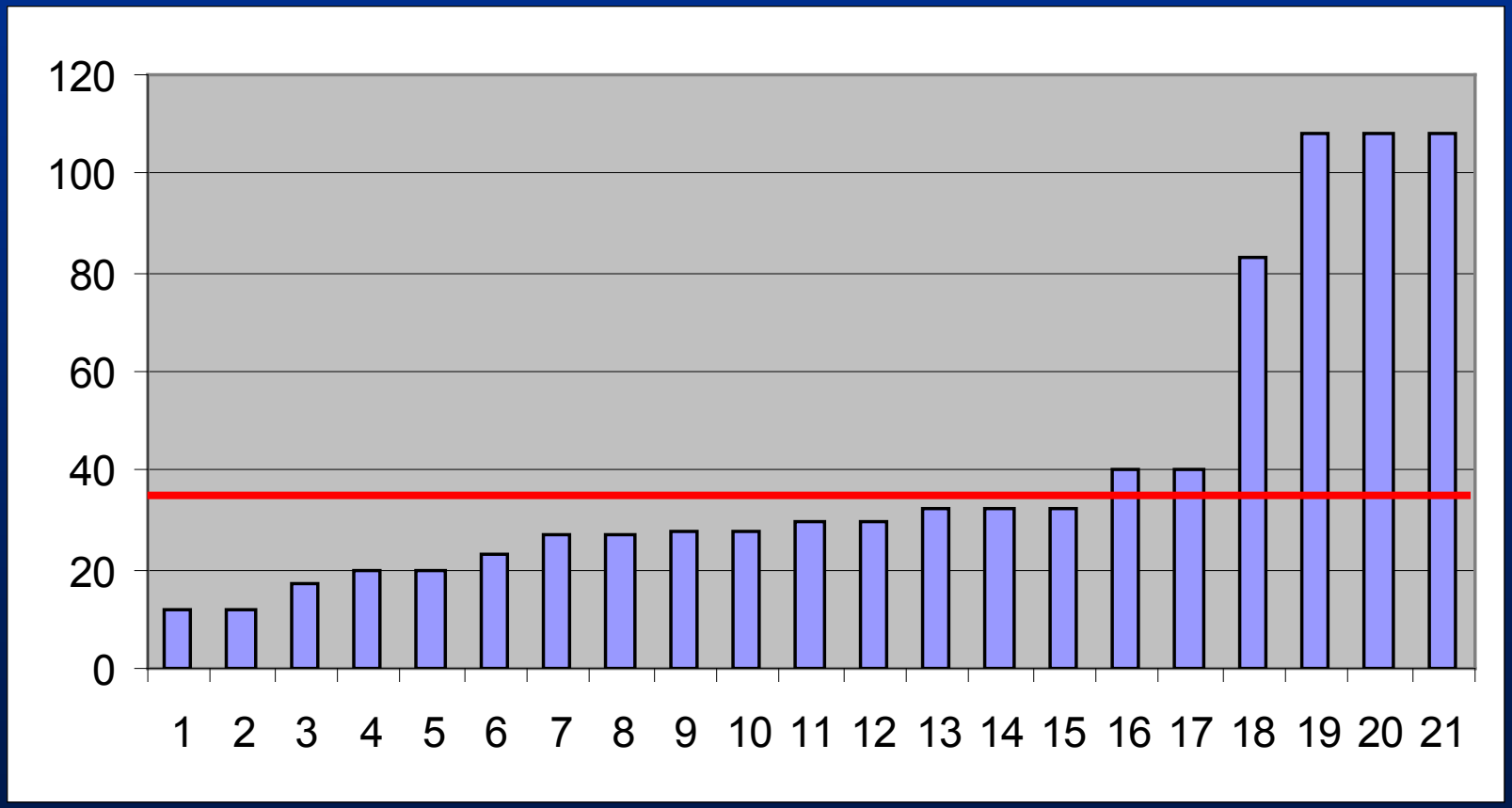
Operasjonsstuer i Helse Sør-Øst
Antall luftskiftinger per time



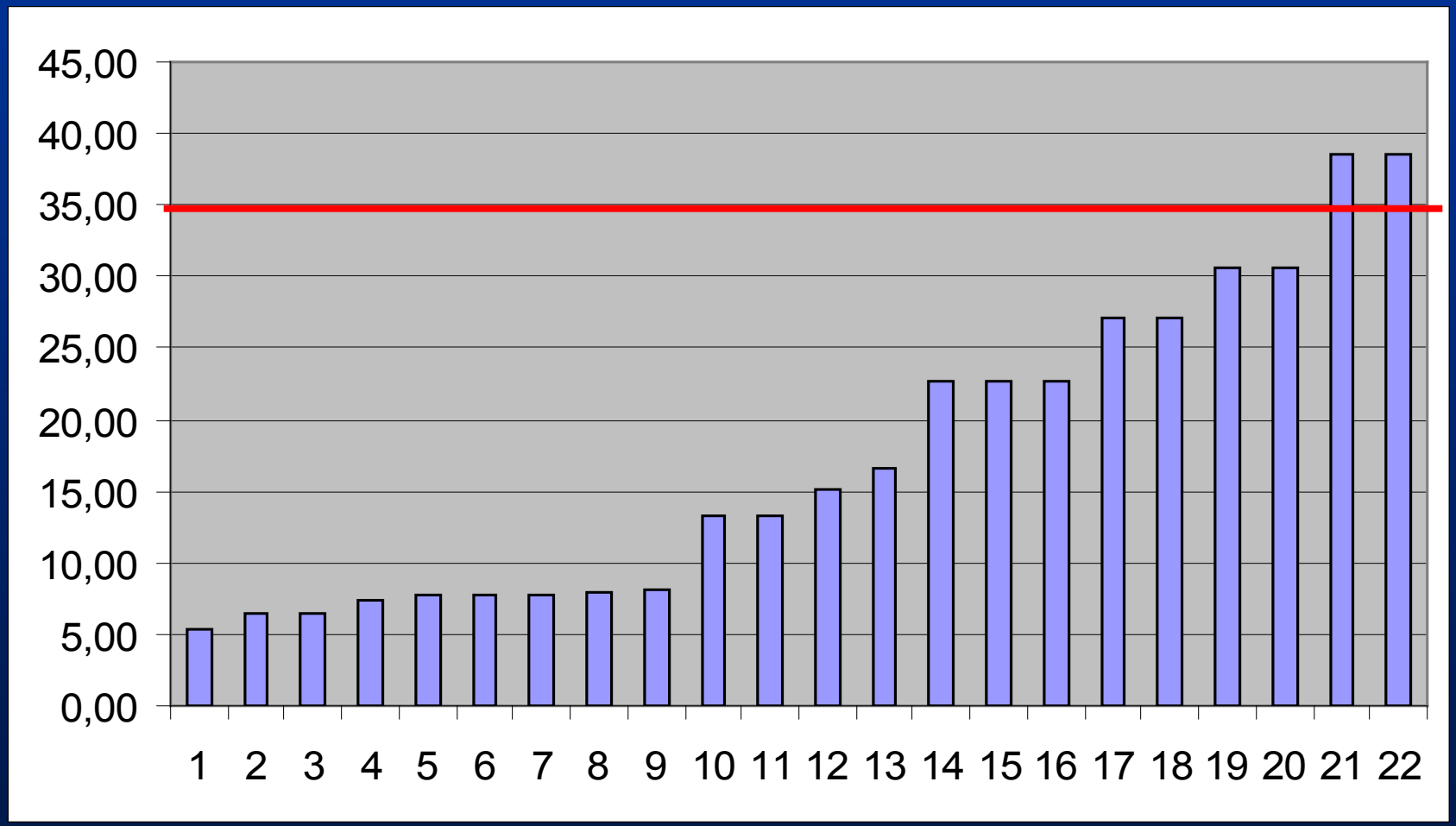
Teoretisk antall luftskiftinger per time under taket



Oppgitt lufthastighet ut gjennom taket



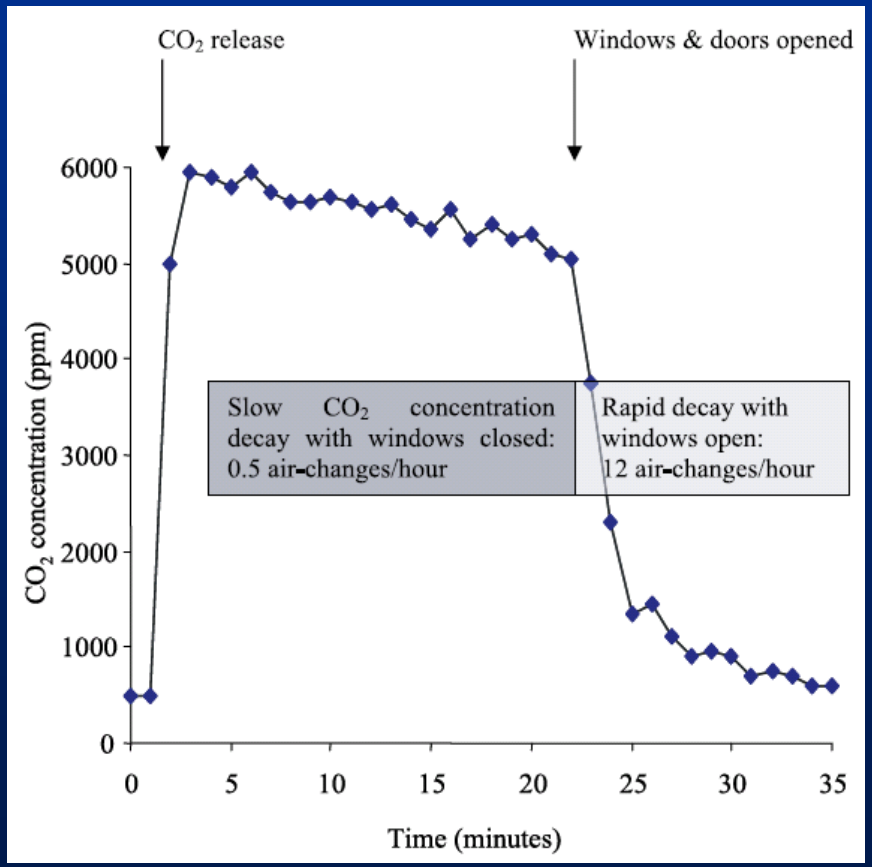
Beregnet lufthastighet ut gjennom taket



OPEN ACCESS Freely available online PLOS MEDICINE

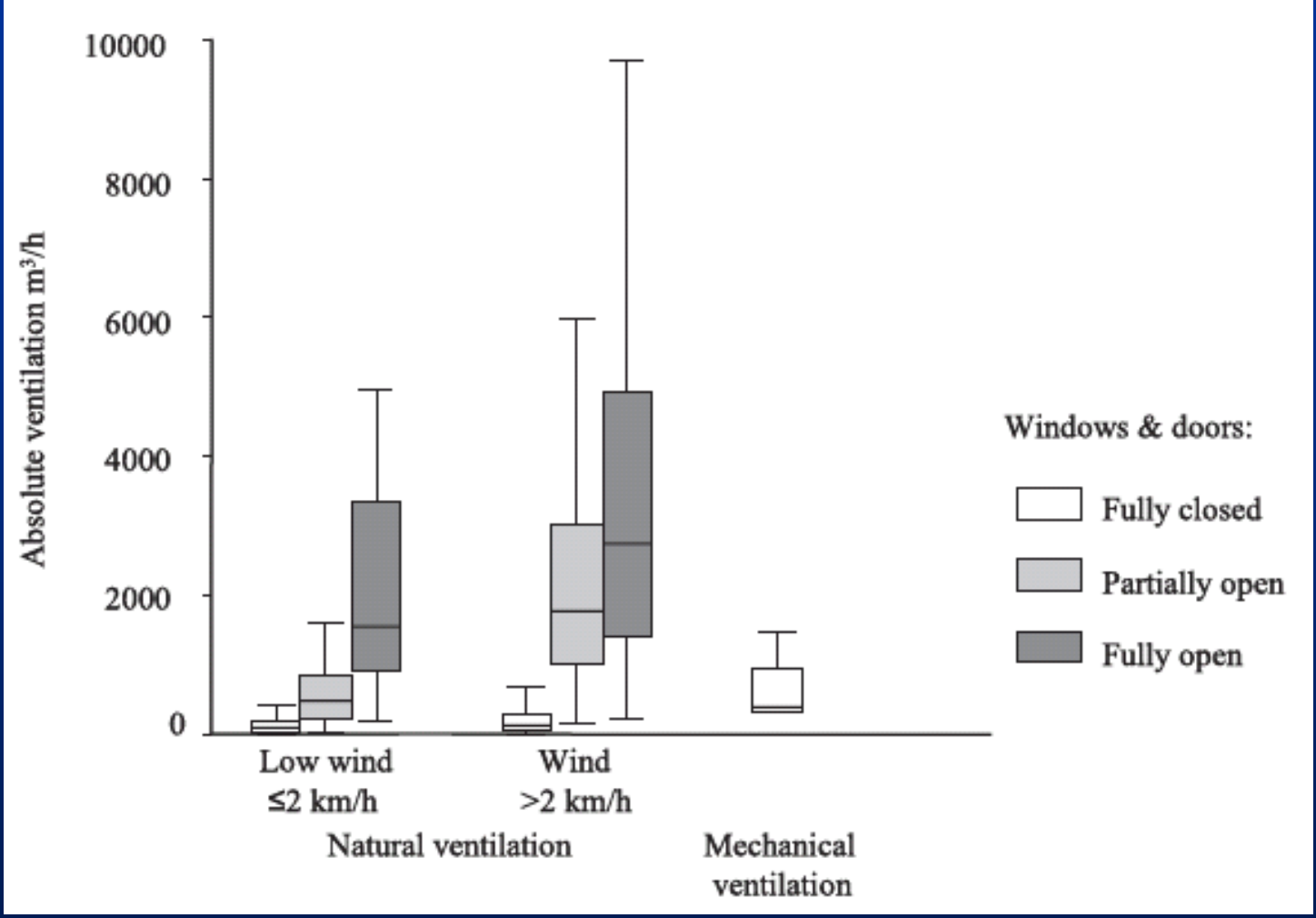
Natural Ventilation for the Prevention of Airborne Contagion

A. Roderick Escombe[1,2,3*], Clarissa C. Oeser[3], Robert H. Gilman[3,4], Marcos Navincopa[5], Eduardo Ticona[5], William Pan[4], Carlos Martínez[5], Jesus Chacaltana[6], Richard Rodríguez[7], David A. J. Moore[1,2,3], Jon S. Friedland[1,2], Carlton A. Evans[1,2,3,4]

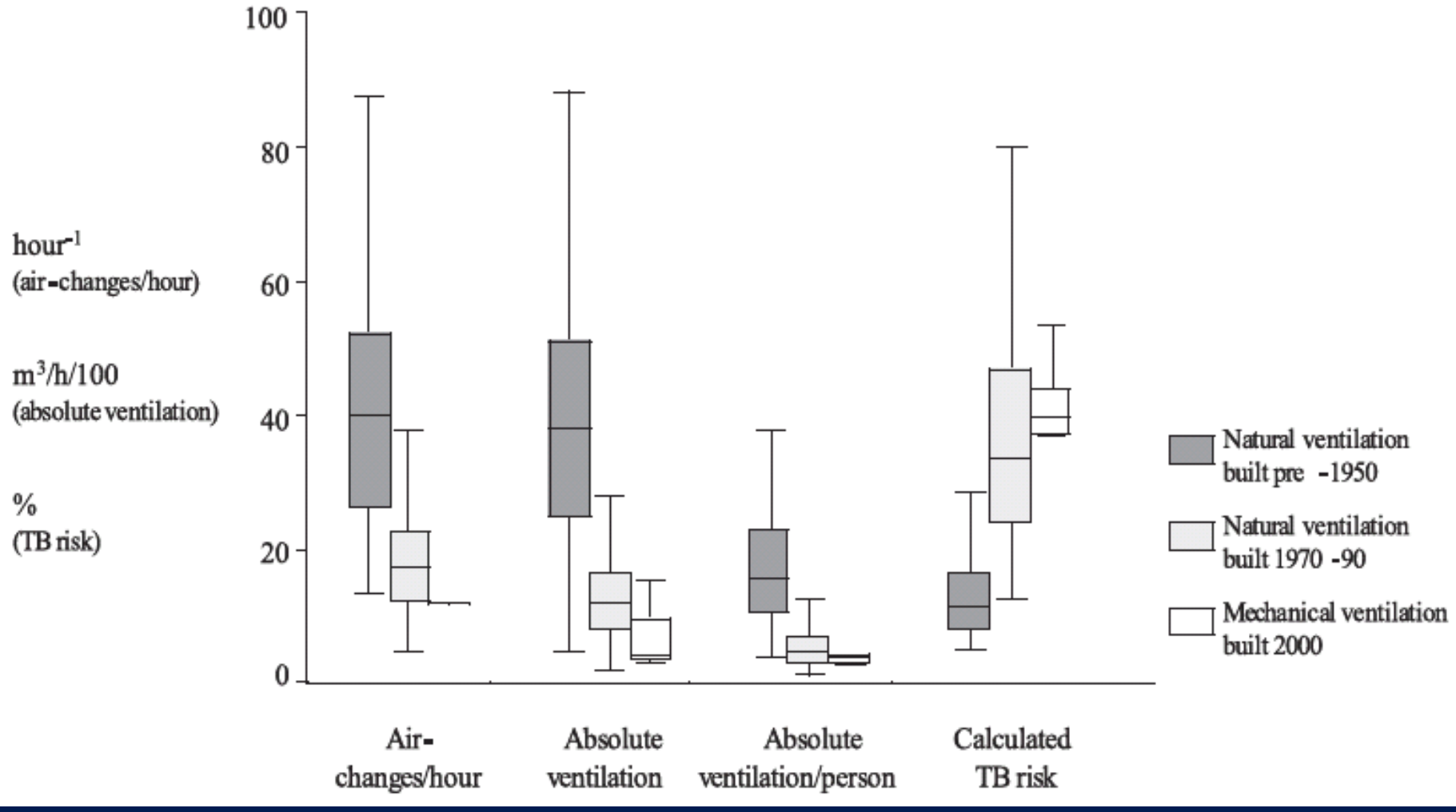


Åpning av dører og vinduer ga 28 luftskiftinger per time

Escombe et al. PlosMedicine 2007 4 (2) e68



Escombe et al. PlosMedicine 2007 4 (2) e68

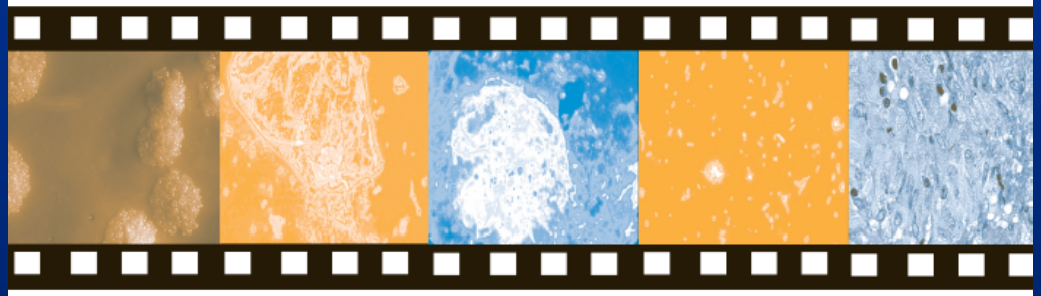


Escombe et al. PlosMedicine 2007 4 (2) e68

Ultrafiolette stråler (UVC)

Environmental Control for Tuberculosis:

Basic Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation Guidelines for Healthcare Settings



Department of Health and Human Services
Centers for Disease Control and Prevention
National Institute for Occupational Safety and Health

OPEN ACCESS Freely available online

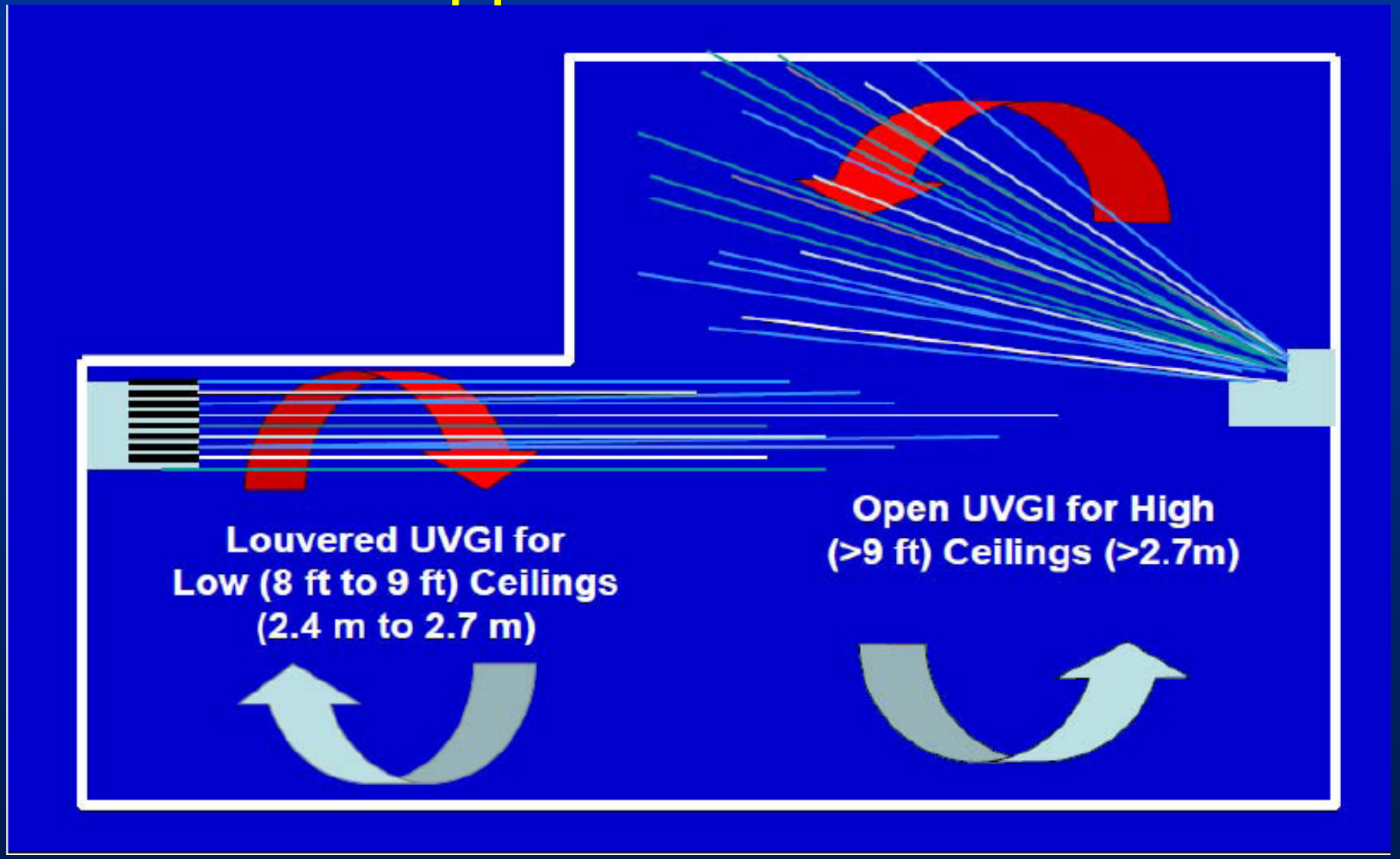
PLOS MEDICINE

Upper-Room Ultraviolet Light and Negative Air Ionization to Prevent Tuberculosis Transmission

A. Roderick Escombe[1,2,3*], David A. J. Moore[1,2,3,4,5], Robert H. Gilman[3,4,5], Marcos Navincopa[6,7], Eduardo Ticona[6], Bailey Mitchell[8], Catherine Noakes[9], Carlos Martínez[5], Patricia Sheen[4], Rocio Ramirez[7], Willi Quino[4], Armando Gonzalez[7], Jon S. Friedland[1,2], Carlton A. Evans[1,2,3,4,5]

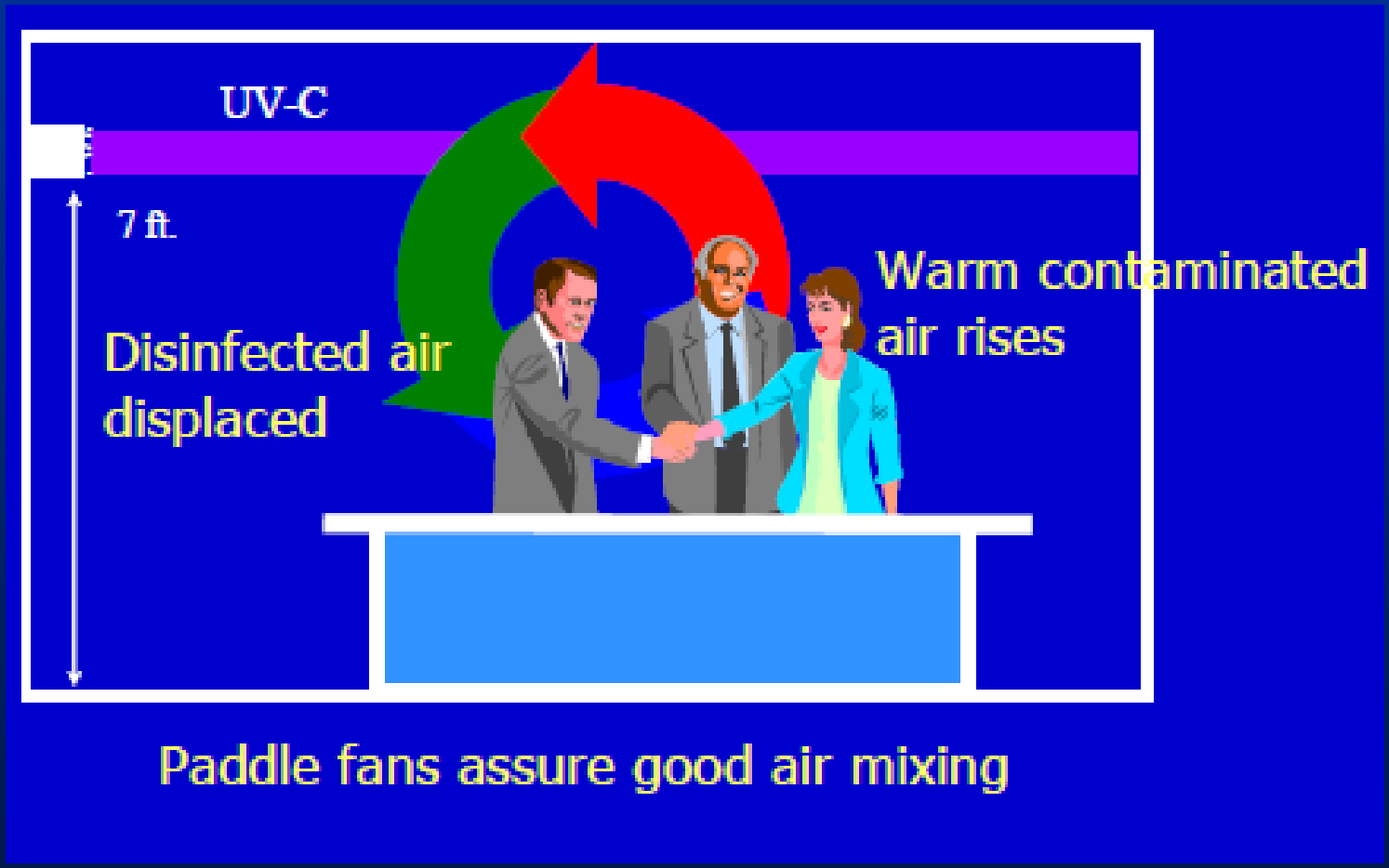
Escombe AR PlosMedicine 2009 6 (3) e1000043

Upper room UVGI

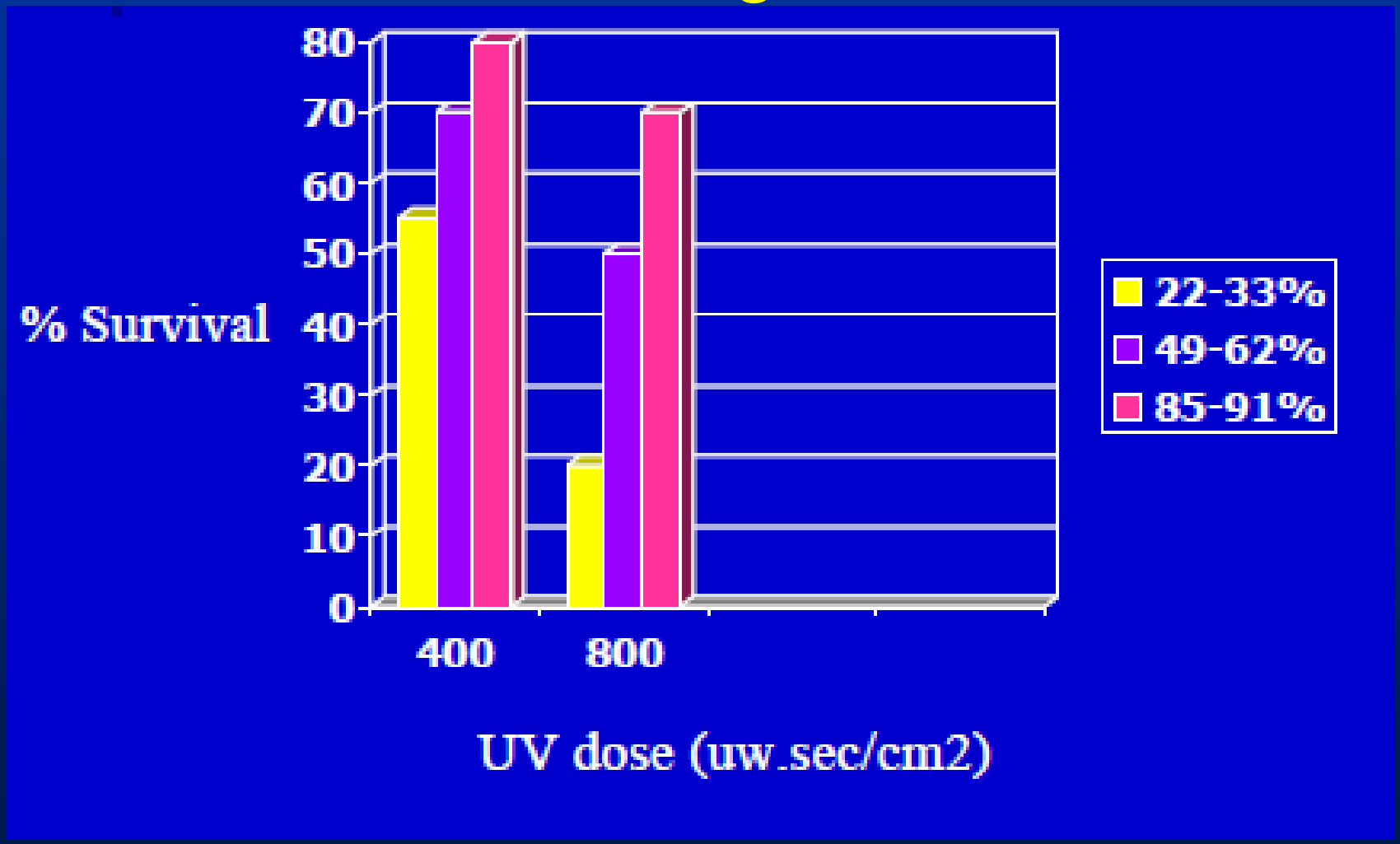


WILLIAMS TV, JR. *AMERICAN**Jails*** JANUARY / FEBRUARY 2009

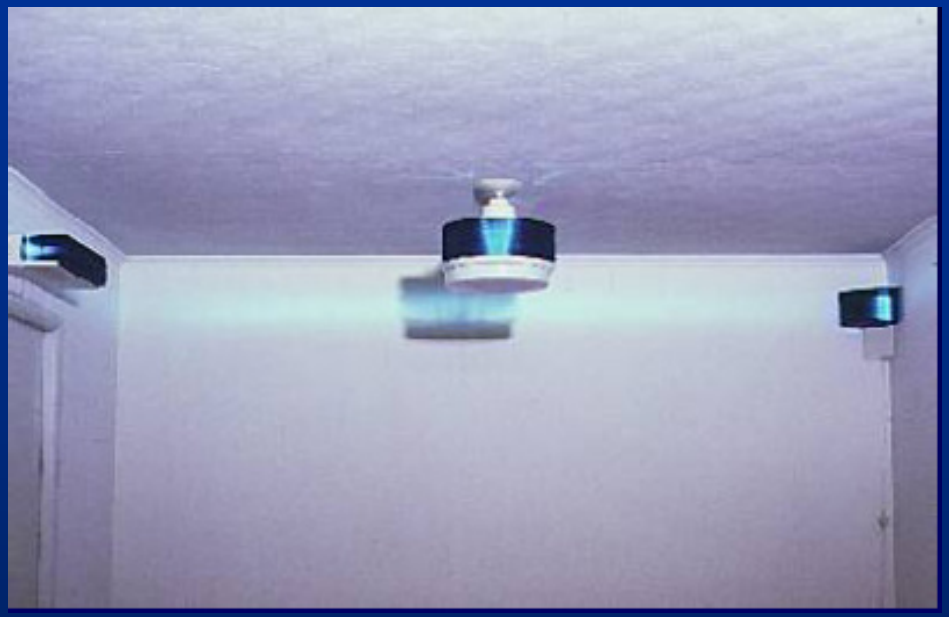
Upper room UVGI

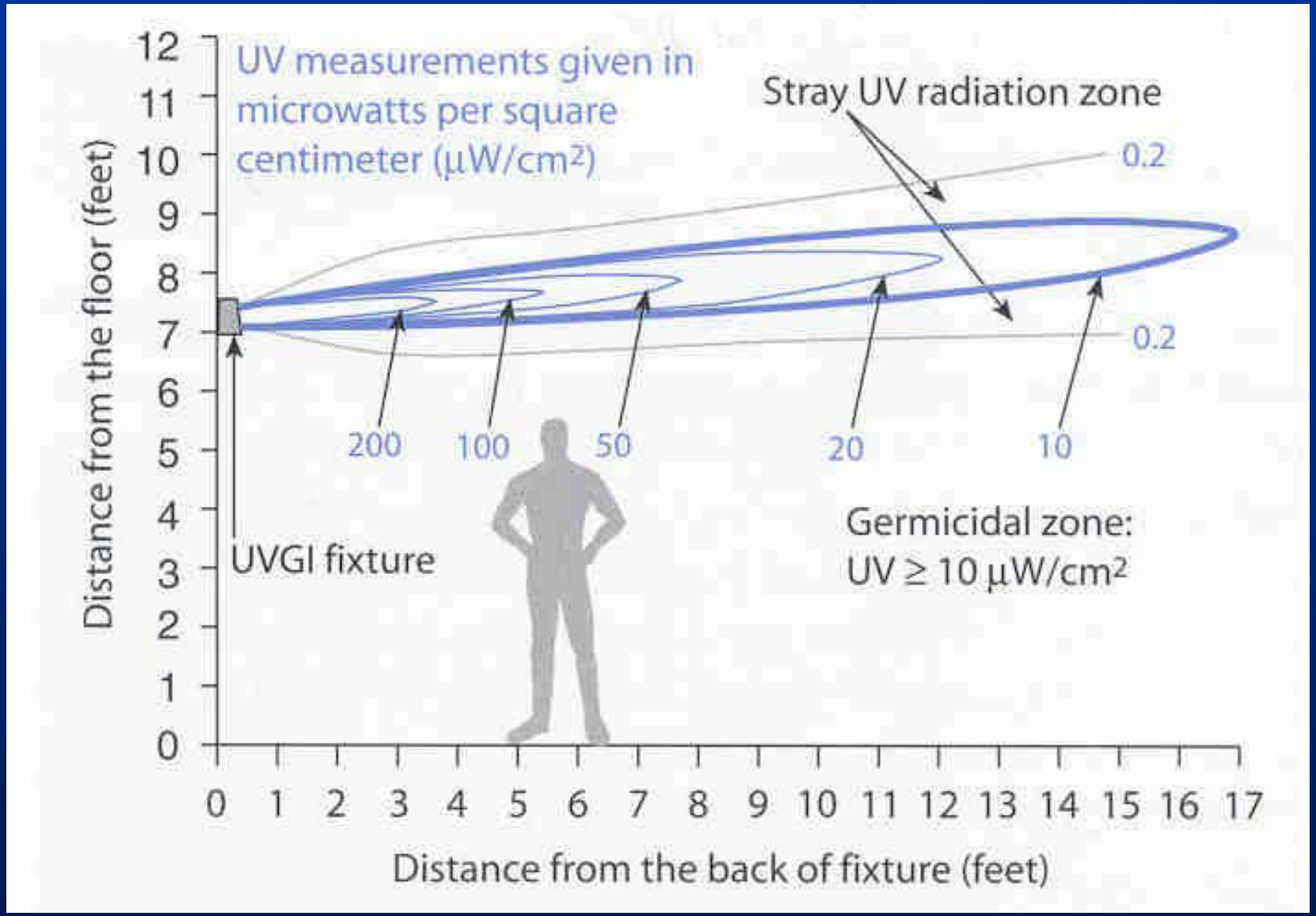


Avtagende effekt med økende luftfuktighet



Upper room UVGI





Richard L. Vincent, St. Vincent's Hospital, Manhattan

Vladimir, Russland