

Kvalitet unutrašnjeg vazduha u bolnicama

R G. Luskuere,
i R. T. B. van
Hojgten,
konsaltniški
inženjeri,
Nijmegen,
Holandski i
Delftski
univerzitet
tehnologije,
Arhitektonski
fakultet,
Holandija

Članak sadrži pregled najčešćih problema KUV (kvaliteta unutrašnjeg vazduha) u bolnicama. Osim toga u njemu je teoretski prilaz istraživanju problema KUV viđenih od strane različitih grupacija. Prikazane su kontradiktornosti i dileme, kako sa funkcionalne, tako i sa finansijske tačke gledišta. Najzad, dileme u pogledu KUV u operacionim salama razmatraju se kroz brojne detalje, korišćenjem teoretskog pristupa iz ovog članka. Identifikujući pojedine učesnike sa njihovim različitim ciljevima, jasno je pokazano zašto takve dileme i postoje. Članak omogućava organizacijama da identifikuju moguća rešenja i naglašava potrebu integralnog pristupa koji uključuje sve važne discipline.

U tabeli 1 je pregled tzv. nečistoća u bolničkom unutrašnjem vazduhu, kao i pregled njihovih izvora, a na osnovu literature i sopstvenog iskustva autora. Nečistoće su razvrstane u tri glavne kategorije: fizičke, hemijske i biološke. Fizičke nečistoće se odnose na parametre vazduha i njegovog strujanja, dok se hemijske i biološke nečistoće odnose na kontaminaciju unutrašnjeg vazduha. Lista daje pregled većine poznatih nečistoća, ali autor ne pretenduje da je ona i kompletna.

Ključne reči: kvalitet unutrašnjeg vazduha (KUV); bolnica; nečistoća; operaciona sala; ugodnost

Key words: indoor air quality (IAQ); hospital; impurity; operating rooms; comfort

Negativni efekti nečistoća u unutrašnjem vazduhu

Efekti nečistoća u unutrašnjem vazduhu mogu da variraju od minimalnih do ozbiljnih, od prouzrokovanja neugodnosti do smrtnosti. Problemi ugodnosti nastali usled pregrevanja, mogu nakratko da izazovu neugodnost, ali i lošije obavljanje dužnosti od strane bolničkog osoblja, pa i povećanje stope smrtnosti među starijim pacijentima.

Emisija materijala od kojih se sastoji objekat, kao i aktivnosti osoba mogu izazvati efekte, počev od neugodnosti, preko iritacije do poznatih zdravstvenih problema, pa čak i raka (kancera).

Prisustvo bakterija u unutrašnjem vazduhu može prouzrokovati infekcije, kako u samoj bolnici, tako i u operacionim salama. Postoperativne infekcije rana, do kojih pretežno dolazi u operacionim salama, imaju za posledicu produžen boravak u bolnici, povećanu količinu lekova, pogoršanje zdravstvenog stanja, pa i smrtnost.

Problemi unutrašnjeg vazduha u bolnicama mogu prouzrokovati različite efekte, počev od lične neugodnosti, do ozbiljnih posledica, kao što je oduzetost ili čak smrt. Sa finansijske tačke gledišta, ovakvi efekti dovode do smanjene produktivnosti, do povećanja troškova lečenja kao i indirektnih troškova socijalnog osiguranja, povećanja troškova za nepokretne itd.

Postoji pet kategorija ovih efekata:

- neugodnost,
- nadraživanje (iritiranje),
- alergije,
- zdravstveni problemi,
- infekcije.

Treba naglasiti da kategorija "zdravstveni problemi" (glavobolja, trovanje, rak) može biti i jasna (ne uzimajući u obzir infekcije), a isto tako i nerazumljiva. Sledeća lista može lako da demonstrira ovaj nedostatak razumevanja.

- 300.000 hemijskih sastava opisanih u literaturi;
- 30.000 se koristi u objektu;
- 3.000 je definisano kao vrednost na granici;
- 30 imaju granične vrednosti u unutrašnjem vazduhu;
- sve su definisane kao pojedinačni sastavi; ništa nije poznato o njihovim kombinacijama!

Najteže posledice od mogućih infekcija, kao što su pogoršanje zdravstvenog stanja i smrtnost, spadaju u kategoriju posledica od infekcija, pa stoga nisu uvršćeni u gornji pregled (direktnih) efekata.

Nečistoće u unutrašnjem vazduhu u zavisnosti od pojedinih odeljenja

U unutrašnjem vazduhu svih odeljenja bolnice, ne nalaze se sve nečistoće. Neke su strogo, a druge samo preovlađujuće

Tabela 1. Pregled najčešće pominjanih nečistoća u unutrašnjem vazduhu bolnica i njihovih izvora

Fizičke	
Temperatura	Spoljašnji i unutrašnji gubici toplote
Vlažnost	Spoljašnji i unutrašnji gubici vlage
Promaja	Nekontrolisano strujanje vazduha
Natpritisak i potpritisak	Nekontrolisani koncept strujanja
Neravnomerno strujanje	Ometano strujanje Operacione sale
Čestice/vlakna	Izolacija/laser dim/razno
HEMIJSKE bolničke specifičnosti	
Dim od lasera	Laserska hirurgija
Lateks alergeni	Rukavice
Anestezijski gasovi	Anestezija
Sredstva za dezinfekciju	Dezinfekcija
Razvijač (fotografski)	Rendgen
Metilmetakrilati	Ortopedija
Antiblastem lekovi	Terapija protiv tumora
HEMIJSKE, građevinski materijali	
Isparljivi organski materijali	Različiti materijali
Radon	Zemlja, gips, itd.
Formaldehid	Rezane drvene ploče
Ozon	Kopirnice
Produkti sagorevanja	Grejni kotlovi
Kuhinjski mirisi	Kuvanje

HEMIJSKE, osobe i njihove aktivnosti	
Dim od duvana	Pušenje
CO ₂	Osobe
Alergeni (mačke, psi, grinje)	Mačke, psi, grinje
Biološki produkti	Osobe

BIOLOŠKE	
TBC	Osobe
Bakterije otporne na bakteriocide	Osobe
Aspergillus	Prisutno u prašini, obnavljanje!
Legionela	Prisutno u vodenim sistemima
Ostale bakterije, virusi i gljivice	Osobe, raznorodni izvori

ograničene na pojedina mesta u bolnici. Pregled tzv. nečistoća u unutrašnjem vazduhu u bolnicama, koje se javljaju u pojedinim odeljenjima, nalazi se u tabeli 2.

Nečistoće u unutrašnjem vazduhu u zavisnosti od aktivnih i pasivnih mera

Kombinacija tabela 1 i 2, koje daju pregled svih nečistoća koje se najčešće nalaze u unutrašnjem vazduhu pojedinih odeljenja bolnica, kao i pregled izvora tih nečistoća, omogućava nam da definišemo potrebne mere, navedene su u tabeli 3.

Prikazana rešenja data su sa monodisciplinarnim pristupom i ne predstavljaju jedinu mogućnost. Razlika između "aktivnih" i "pasivnih" mera relativna je i samo naglašava potrebu za sveobuhvatnim pristupom. Sledeći pasus, uzet iz članka autora pod [4], naglašava neophodnost takvom pristupu.

Istorijski gledano, ventilacija se tretira kao jedna neophodnost

Tabela 2. Pregled najčešće pominjanih nečistoća u unutrašnjem vazduhu bolnica i najznačajnija odeljenja u kojima se pojavljuju

Fizičke	
Temperatura	Hodnici, bolesničke sobe, operacione sale
Vlažnost	Operacione sale, kuhinje, perionice
Promaja	Hodnici, bolesničke sobe, operacione sale
Natpritisak i potpritisak	Operacione sale, infektivno od., patologija, CSU, laboratorije, izolacione sobe
Neravnomerno strujanje	Operacione sale, laboratorije
Čestice/vlakna	Operacione sale (laser), laboratorije, obnavljanje!
HEMIJSKE, bolničke specifičnosti	
Dim od lasera	Operacione sale
Lateks alergeni	Operacione sale, laboratorije
Anestezijski gasovi	Operacione sale, postoperativna nega
Sredstva za dezinfekciju	Razna mesta
Razvijač (fotografski)	Rendgen
Metilmetakrilati	Operacione sale (ortopedija)
Antiblastem lekovi	Razna mesta

HEMIJSKE, građevinski materijali	
Isparljivi organski materijali	Sva mesta
Radon	Sva mesta, naročito podrumi
Formaldehid	Sva mesta
Ozon	Kopirnice
Produkti sago-revanja	Tehnička služba, laboratorije
Kuhinjski mirisi	Razna mesta

HEMIJSKE, osobe i njihove aktivnosti	
Dim od duvana	Svuda gde je dozvoljeno pušenje
CO ₂	Sva mesta
Alergeni (mačke, psi, grinje)	Sva mesta, posebno garderoba i posteljina
Biološki produkti	Sva mesta

BIOLOŠKE	
TBC	Izolaciona odeljenja, razna mesta
Bakterije otporne na bakteriocide	Izolaciona odeljenja, razno
Aspergillus	Prisutno u prašini, obnavljanje!
Legionela	Instalacije (ovlaživači, kule za hlađenje)
Ostale bakterije, virusi i gljivice	Sva mesta, posebno izolacione sobe

da se dovede svež vazduh u prostorije u kojima osobe "zagađuju" unutrašnji vazduh proizvodnjom CO₂, kao i odavanjem telesnog zadaha. Kasnija istraživanja su dovela do saznanja da je kvalitet unutrašnjeg vazduha, sa humane tačke gledišta, uslovljen od mnogo više izvora, kao što su: materijali u samoj prostoriji, instalacije KGH kao i kvalitet spoljašnjeg vazduha. Stoga je očigledno da se pasivne mere, kao i kontrola izvora, moraju takođe uzeti u obzir. To se isto tako odnosi i na kontrolu i vođenja unutrašnje temperature! Grejanje, hlađenje i ventilacija su takođe aktivni činioci u upravljanju unutrašnjom temperaturom i kvalitetom unutrašnjeg vazduha

Tabela 3. Pregled najčešće pominjanih nečistoća u unutrašnjem vazduhu bolnica i moguća rešenja

FIZIČKE	PASIVNA REŠENJA	AKTIVNA REŠENJA
Temperatura	Integrirani projekat	KGH
Vlažnost	Integrirani projekat	KGH
Promaja	Integrirani projekat	KGH
Natpritisak i potpritisak	Pasivna kontrola pritiska	Aktivna kontrola pritiska
Neravnomerno strujanje	Zavese (plastične)	Sistem laminarnog strujanja
Čestice/vlakna	Stavljanje oklopa	Lokalno odsisavanje
HEMIJSKE, bolničke specifičnosti		
Dim od lasera	Isključenje lasera	Odsisni sistem
Lateks alergeni	Drugačije rukavice	-
Anestezijski gasovi	Xe, druga oprema	Pojačana ventilacija
Sredstva za dezinfekciju	Druge hemikalije	Pojačana ventilacija
Razvijač (fotografski)	Digitalna foto-tehnika	Odsisni sistem
Metilmetakrilati	Druge hemikalije	Odsisavanje/ventilacija
Antiblastem lekovi	Drugi lekovi (droge)	Potpuna kotamin. kontrola
HEMIJSKE, građevinski materijali		
Isparljivi organski materijali	Drugi materijali	Ventilacija
Radon	Drugi materijali	Ventilac./aktivni sistem
Formaldehid	Drugi materijali	Ventilacija
Ozon	Drugi sistem kopiranja	Odsisni sistem
Produkti sagorevanja	Daljinsko grejanje	Odsisavanje/ventilacija
Kuhinjski mirisi	Poseban kanal za isparenja	Filtar od aktivnog uglja
HEMIJSKE, osobe i njihove aktivnosti		
Dim od duvana	Zabrana pušenja	Ventilacija
CO ₂	Smanjenje broja osoba	Ventilacija
Alergeni (mačke, psi, grinje)	Zabrana dovođenja mačaka i pasa	Čišćenje
Biološki produkti	Smanjenje broja osoba	Ventilacija
BIOLOŠKE		
TBC	Pasivna kontrola pritiska	Aktivna kontrola pritiska
Bakterije otporne na bakterioide	Antibiotička politika	Aktivna kontrola pritiska
Aspergillus	Stavljanje oklopa	Odsisni sistem
Legionela	Zatvoreni sistemi	Hem. aditivi
Ostale bakterije, virusi i gljivice	-	Čišćenje/ventilacija

Tabela 4. Razlika između pasivnih i aktivnih mera za grejanje i kontrolu kvaliteta unutrašnjeg vazduha u glavnom projektu zgrade

	Pasivne mere	Aktivne mere
$T_{unutr} < T_{comf}$	Projekat ¹⁾	Grejanje
$T_{unutr} > T_{comf}$	Projekat ²⁾	Hlađenje
Kvalitet unutrašnjeg vazduha ³⁾	Projekat ⁴⁾	Ventilacija, lokalni odsis

¹⁾ Izolacija, korišćenje pasivne solarne energije, maksimalno korišćenje unutrašnjih izvora toplote, itd.

²⁾ Minimiziranje unutrašnjih i spoljašnjih izvora toplote, korišćenje toplotne inercije zgrade, itd.

³⁾ Naglasak na komfornim i zdravstvenim efektima.

⁴⁾ Minimiziranje uticaja spoljašnjih i unutrašnjih izvora zagađenja, dobar izbor materijala, itd.

Za sve navedene primene važno je shvatiti da se aktivnim, kao i pasivnim merama, koje utiču na unutrašnje okruženje, mora prilaziti integralno. Jedino je za aktivne mere očigledno, na primer, da nije poželjno simultano hlađenje i grejanje, jer se time nepotrebno rasipa energija. Sa pasivnim merama to nije tako jasno, kao što se može videti iz pregleda nekih kontradikcija u strategiji optimizacije.

Tabela 5. Kontradikcije u strategiji optimizacije grejanja i hlađenja u glavnom projektu zgrade

Zima	Leto
Maksimalno korišćenje sunčanih dobitaka	Minimalno solarno opterećenje
Maksimalno korišćenje unutrašnjih toplotnih dobitaka	Minimum unutrašnjih dobitaka
Minimum ventilacije, odnosno manje gubitaka toplote	Maksimalna ventilacija, odn. limitirano pregrevanje u slučaju kada nema hlađenja
Minimalna površina prozora, odnosno manje gubitaka toplote	Minimalna površina prozora, odnosno manje dobitaka toplote
ali	
Maksimalna površina prozora, odnosno maksimum dnevne svetlosti	

Ovakav pristup može se takođe primeniti i na probleme kvaliteta unutrašnjeg vazduha u bolnicama, što vodi do kontradikcija u strategiji optimizacije samo iz jedne perspektive. U sledećem pasusu razmatrano je još mnogo kontradikcija, kao i dilema, ako je obuhvaćeno više raznih grupacija osoba.

Problemi, kontradikcije i dileme o kvalitetu unutrašnjeg vazduha

Neki problemi kvaliteta unutrašnjeg vazduha mogu se posmatrati kao izlaganje pojedinih (ili grupe) osoba nečistoći (fizičkoj, hemijskoj ili biološkoj, videti tabelu 1), što dovodi do neželjenih posledica (neugodnosti, nadraživanja, alergija, zdravstvenih problema ili infekcija).

Problem kvaliteta unutrašnjeg vazduha = efekat (nečistoće)

Ne nalaze se sve nečistoće u svim odeljenjima (videti tabelu 2). Izvori registrovanih nečistoća mogu biti od osoba, od njihove aktivnosti, zatim od zgrada, instalacije u zgradi itd. Rešenja za pojedinačne nečistoće obično se mogu identifikovati prilično lako (videti tabelu 3). Objedinjavanjem svih informacija iz tabela 1-3, dobija se nova tabela (prilog I), u kojoj su kombinovane sve informacije vezane za nečistoće u unutrašnjem vazduhu, izvore, zatim odeljenja kao i mogućna rešenja. U tabeli 6 vidi se šema formiranja ovog pregleda.

Tabela 6. Sistematski pregled i konfrontacije problema KUV u specifičnim odeljenjima sa rešenjima

Problemi KUV		Odeljenja						Rešenja	
Nečistoće	Efekti	A	B	C	D	E	F ...	Pasivna	Aktivna
1	I	x	x		x			a	b
2	II, IV				x			a, c	e
3	III, I	x						d	f
"	"	"						"	"
"	"	"						"	"
"	"	"						"	"

Potrebno je da se formuliše zavisnost problema KUV od investicija, daljih karakteristika, značajnih za probleme KUV, kao i odnos prema pojedinim odeljenjima. Primeri ovakvih karakteristika u odnosu na probleme ugodnosti su: starost, odevenost i nivo aktivnosti. Za probleme infekcija to mora biti prošireno brojnim medicinskim indikacijama, kao: pojave smanjenog imuniteta, istorije bolesti, tipovi infekcija itd. Međutim, nisu sva rešenja pogodna za sve osobe izložene unutrašnjem vazduhu određenog kvaliteta (karakteristika). Ponekad promene uslova dovode do različitih efekata na razne grupacije osoba (pacijenti, posetioci, personal, medicinsko osoblje). Primer: isto termičko okruženje za osobe različitog metabolizma ili različite odevenosti, ili izlaganje uticaju patogenih bakterija zdravih osoba i osoba sa smanjenim imunitetom. U tim slučajevima, kada određeni kvalitet unutrašnjeg vazduha, ili promene u sastavu tog vazduha, dovode do različitih efekata na pojedine grupacije osoba, može se govoriti o kontradikcijama u problemima KUV

Kontradikcije KUV = problemi Δ KUV (za razne grupacije osoba)

Polazeći od ovakvog teoretskog pristupa možemo koristiti tabelu 6 da bismo identifikovali moguće kontradikcije KUV preko sistematičnih konfrontacija problema KUV (kombinacija nečistoća i efekata) za pojedina odeljenja, da bismo ustanovili koji efekti predloženih rešenja dovode do kontradikcija za pojedine grupacije osoba. Ukoliko se ne pojavljuju kontradikcije, a predložena rešenja su tehnički i finansijski izvodljiva, ništa ne stoji na putu primeni rešenja koja eliminišu ili umanjuju neželjene efekte.

Međutim, u mnogim slučajevima efekti ne mogu biti eliminisani ili umanjani. Eliminisanje pojedinih nečistoća može biti

u direktnoj suprotnosti sa potrebama medicinske nege. Tako npr. izlaganje nečistoćama koje nastaju od laserskog zračenja može biti izbegnuto jedino ako se ne koristi laserska hirurgija! Sledeće najbolje rešenje je: adekvatno projektovan i korišćen odsisni sistem, koji smanjuje uticaj očekivanih izvora. Smanjenje uticaja drugih nečistoća može se izvesti tehnički, ali je finansijski nerealno.

U tom smislu razlika između raznih grupacija (onih koji su izloženi dejstvu nečistoća u unutrašnjem vazduhu) i aktera (onih koji odlučuju o aktivnostima, budžetu, itd.) značajna je. Pod akterima podrazumevamo one bolničke institucije, kao i osobe, koje imaju odlučujući uticaj na investicije, organizaciju, metode medicinskog tretmana, svaki sa svojim odgovornostima i ciljevima. Osoblje koje pripada organizaciji medicinskog tretmana formira različite grupacije, koje imaju svoje odgovornosti i nastoje da u okviru tih odgovornosti dostignu određene ciljeve. Uprava bolnice je na primer najčešće odgovorna za krupnije investicije, dok se uprave pojedinih odeljenja brinu za operativne troškove. Međutim, često je teško razlučiti finansijsku odgovornost, ako na primer nove investicije zahtevaju neracionalno smanjenje operativnih troškova. Kontradikcije između pojedinih aktera mogu takođe proizaći iz funkcionalnih motiva. Sigurnost i radni uslovi u operacionim salama mogu na primer zahtevati takav ambijent ili opremu koji nisu optimalni sa gledišta smanjenja rizika od infekcija. U takvim slučajevima, kada razlike u strategiji optimizacije ili funkcionalnim zahtevima vode ka različitim konceptima problema KUV ili kontradikcijama KUV može se govoriti u dilemama KUV.

Dilema KUV = problemi Δ KUV (akteri)

Pošto su identifikovani svi važni akteri, moguće ih je konfrontirati sa problemima KUV i kontradikcijama KUV, datim kao moguća rešenja prezentirana u tabeli 6. Tabela 7 daje taj teoretski prilaz. U tom slučaju bolnice se mnogo ne razlikuju od projekata normalnih zgrada. Brojni ljudi, okupljeni u raznim kooperativnim i hijerarhijskim strukturama, moraju da donose optimalna rešenja, kako osnovna (inicijalna), tako i operativna. Na osnovu razlika u odgovornostima, iz čega često proizilaze razlike u rešenjima, proizilaze različite finansijske ili organizacione konsekvence. Jedan primer uzet je iz članka drugog autora na temu: "Primene KGH u stambenim, industrijskim i poljoprivrednim zgradama [4].

Tabela 7. Konfrontacija učesnika sa prethodno utvrđenim problemima KUV i kontradikcijama KUV, što vodi do dilema KUV

Problemi KUV & kontradikcije KUV									
Akteri	1	2	3	4	5	6	7		
A	x	x					x		
B					x				
C	x						x		
"									
"									
"									

Prilikom izrade projekta neke zgrade pojavljuju se razni učesnici (akteri). Ograničavajući se na one koji su najznačajniji za unutrašnji ambijent, navodimo sledeće:

Direktor
Arhitekta
Konsultant
nabavljači
izvođači
Investitor

Na osnovu iskustva razlikujemo dva tipa direktora, što dovodi do nešto različitih pristupa, kada se govori o strategiji optimizacije:

Direktor projekta
Direktor/vlasnik objekta

Direktor projekta je uglavnom zainteresovan za smanjivanje investici-
onih troškova, jer to vodi većem profitu graditelja, s obzirom na razli-
ku između tržišne cene objekta i investicionih troškova. Vlasnik (ili
korisnik) objekta više je zainteresovan za neke druge aspekte (troškovi
održavanja, ušteda energije i funkcionalnost), jer će se on verovatno
sukobljavati sa raznim nefunkcionalnostima u toku celog života tog
objekta. Često ova razlika među direktorima je praćena odgovaraju-
ćom razlikom između investicionog programa koji je uradila "profesi-
onalna" organizacija i onog koji je uradila (takode "profesionalna")
tehnička ekipa koja je deo organizacije investitora. Govoreći sa sta-
novištva kupca, možemo razlikovati 5 različitih učesnika (aktera), sa
različitim osnovnim ciljevima (tabela 8).

**Tabela 8. Različiti učesnici sa sopstvenom strategijom optimizaci-
je finansiranja pri podizanju objekta**

Učesnik (akter)	Strategija optimizacije
Direktor projekta (izvođač)	Minimalni investicioni troškovi
Direktor/vlasnik objekta	Minimalni ukupni troškovi
"Profesionalna" projektna organizacija	Minimalni eksploatacioni troškovi
Tehnička služba investitora	Optimalni odnos između cene i kvaliteta
Korisnici objekta (zakupci)	Maksimalna funkcionalnost

Ovi osnovni ciljevi razumljivo da predstavljaju uprošćene karakteris-
tike učesnika i zasnovani su na autorovom ličnom iskustvu. Ono upu-
ćuje na relativno ograničene mogućnosti za optimizaciju u okvirima
tržišnog usklađivanja.

Upoređivanje sa projektom jedne bolnice ne može, razumljivo, biti
precizno, ali je značajno da naglasi razlike u strategiji optimizacije
među pojedinim učesnicima (govoreći uvek o direktorima, odnosno
odgovornim rukovodiocima), u svakom slučaju u odnosu na finansij-
ske konsekvence. Uprava kao finansijer može biti upoređena sa direk-
torom projekta, stručni tim za medicinsku tehnologiju sa korisnicima,
itd. Ovo samo pokazuje koncept dilema KUV, gde različiti učesnici
zauzimaju različita stanovišta, sa sopstvenim strategijama optimizaci-
je.

Skup problema KUV u bolnicama

Teorijski pristup, izložen u prethodnom paragrafu, značajan je za
identifikovanje kontradikcija i dilema i može se koristiti za analizu
delovanja specifičnih problema KUV u bolnicama. Za razliku od
teorijskog definisanja svih mogućih kontradikcija KUV i dilema
KUV, kao u prethodnom pasusu, u ovom članku ograničićemo se na
razmatranja nekih opštepoznatih problema KUV u bolnicama. Oni
mogu biti definisani bilo preko pojedinih odeljenja, bilo kao specifič-
ne nečistoće i/ili efekti.

Operacione sale

- neugodnost
- nadraživanje (iritiranje)
- alergije
- zdravstveni problemi
- rizik od infekcija

Natpritisak i potpritisak

- operacione sale
- izolacione sobe
- centralna sterilizacija

Intenzivna nega

- gasovi za anesteziju

Operacione sale

- postoperativna nega

Ugodnost (grejanje)

- holovi
- bolesničke sobe

Legionela

- kule za hlađenje
- maglene komore

Vlaga

- kuhinje
- perionice

Razvijač (fotografski)

- rendgen

Ovi skupni problemi pojedinih prostora mogu se uspešno rešiti u
odnosu na pomenute probleme KUV jedino ako više disciplina udru-
že svoje snage. Kao dodatak ovom generalnom pregledu posebno su
razmatrane operacione sale sa dosta detalja u odnosu na dileme
KUV.

Operacione sale

Suviše detaljno razmatranje problema KUV u operacionim salama
odvelo bi suviše daleko teorijski koncept ovog članka. To znači od
nečistoća KUV, preko efekata do problema KUV i preko grupacija
osoba do kontradikcija KUV. Pošto su definisani pojedini učesnici,
kao i razlike u strategiji optimizacije i svi funkcionalni zahtevi, defi-
nisane su i dileme KUV Dileme su pojedinačno razmatrane u poseb-
nom poglavlju.

Nečistoće u operacionim salama, prethodno definisane u ovom član-
ku, su:

- temperatura, vlažnost i kretanje vazduha (promaja)
- natpritisak i potpritisak
- jednosmerni tok
- čestice
- laserska isparenja
- lateks alergeni
- anestezijski gasovi
- metilmetakrilati
- dezinfekciona sredstva
- hemijske komponente raznih ugrađenih materijala
- različite materije nastale od aktivnosti osoba
- razne bakterije, gljivice i virusi.

Svi definisani efekti pojavljuju se u zavisnosti od sledećih nečistoća:

- (ne)ugodnost
- nadraživanje (iritiranje)
- alergije
- zdravstveni problemi
- rizik od infekcija.

Svi efekti mogu voditi do problema KUV.

Grupacije osoba su sledeće:

- anesteziisti,
- medicinske sestre,
- hirurzi,
- pacijenti,
- posetioci.

Neke najpoznatije kontradikcije KUV, koje prouzrokuju različite
efekte na pojedine grupacije, jesu:

- ugodnost (anesteziisti u odnosu na hirurge i pacijente),
- rizik od infekcija (medicinsko osoblje u odnosu na pacijente).

Učesnici (akteri) su:

- uprava/predstavnici uprave,
- druge institucije (osiguravajuća društva, organizacije pacijenata
itd.),
- rukovođenje medicinskom negom,

PRILOG I. Nečistoće u unutrašnjem vazduhu u bolnicama u odnosu na izvore, efekte, odeljenja u kojima se pojavljuju i moguća rešenja

UNUTRAŠNJI VAZDUH					
NEČISTOĆE	IZVORI	EFEKTI	ODELJENJA	PASIVNA	REŠENJA
FIZIČKE					AKTIVNA
Temperatura	Spoljašnji I unutrašnji gubici toplote	Neugodnost	Hodnici, bolesničke sobe, operacione sale	Integrisani projekat	KGH
Vlažnost	Spoljašnji I unutrašnji gubici vlage	Neugodnost	Operacione sale, kuhinje, perionice	Integrisani projekat	KGH
Promaja	Nekontrolisano strujanje vazduha	Neugodnost	Hodnici, bolesničke sobe, operacione sale	Integrisani projekat	KGH
Natpritisak 1 potpritisak	Nekontrolisani koncept strujanja	Infekcije/pogoršanje zdravlja	Operacione sale, infektivno od patologija, CSU, laboratorije, izolacione sobe	Pasivna kontrola pritiska	Aktivna kontrola pritiska
Neravnomerno strujanje	Ometano strujanje @ operacione sale	Infekcije	Operacione sale, laboratorije	Zavesa (plastične)	Sistem laminarnog strujanja
Čestice/vlakna	Izolacija/laser dim/razno	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Operacione sale (laser), laboratorije; obnavljanje!	Stavljanje oklopa	Lokalno odsisavanje
HEMIJSKE, bolničke specifičnosti					
Dim od lasera	Laserska hirurgija	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Operacione sale	Isključenje lasera	Odsisni sistem
Lateks alergeni	Rukavice	Alergije	Operacione sale, laboratorije	Drugačije rukavice	-
Anestezijski gasovi	Anestezija	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Operacione sale, postoperativna nega	Xe, druga oprema	Pojačana ventilacija
Sredstva za dezinfekciju	Dezinfekcija	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Razna mesta	Druge hemikalije	Pojačana ventilacija
Razvijач (fotografski)	Rendgen	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Rendgen	Digitalna foto-tehnika	Odsisni sistem
Metilmetakrilati	Ortopedija	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Operacione sale (ortopedija)	Druge hemikalije	Odsisavanje/ventilacija
Antiblastem lekovi	Terapija protiv tumora	Pogoršanje zdravlja	Razna mesta	Drugi lekovi (droge)	Potpuna kontamin. kontrola
HEMIJSKE, građevinski materijali					
Isparljivi i organski materijali	Različiti materijaii	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Sva mesta	Drugi materijali	Ventilacija
Radon	Zemlja, gips itd.	Pogoršanje zdravlja	Sva mesta, naročito podrumi	Drugi materijali	Ventilac./aktivni sistem
Formaldehid	Rezane drvene ploče	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Sva mesta	Drugi materijali	Ventilacija
Ozon	Kopirnice	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Kopirnice	Drugi sistem kopiranja	Odsisni sistem
Produkti sagorevanja	Grejni kotlovi	Pogoršanje zdravlja	Tehnička služba, laboratorije	Daljinsko grejanje	Odsisavanje/ventilacija
Kuhinjski mirisi	Kuvanje	Iritiranje	Razna mesta	Poseban kanal za isparenja	Filtar od aktivnog uglja
HEMIJSKE , osobe i njihove aktivnosti					
Dim od duvana	Pušenje	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Svuda gde je dozvoljeno pušenje	Zabrana pušenja	Ventilacija
CO ₂	Osobe	Iritiranje/pogoršanje zdravlja	Sva mesta	Smanjenje broja osoba	Ventilacija
Alergeni (mačke, psi, grinje)	Mačke, psi, grinje	Alergije	Sva mesta, posebno garderoba i posteljina	Zabrana dovođenja mačaka i pasa	Čišćenje
Biološki produkti	Osobe	Neugodnost/iritiranje	Sva mesta	Smanjenje broja osoba	Ventilacija
BIOLOŠKE					
TBC	Osobe	Infekcije	Izolaciona odeljenja, razna mesta	Pasivna kontrola pritiska	Aktivna kontrola pritiska
Bakterije otporne na bakteriocide	Osobe	Infekcije	Izolaciona odeljenja, razno	Antibiotička politika	Aktivna kontrola pritiska
Aspergillus	Prisutno u prašini; obnavljanje!	Infekcije	Prisutno u prašini; obnavljanje!	Stavljanje oklopa	Odsisni sistem
Legionela	Prisutno u vodenim sistemima	infekcije	Instalacije (ovlaživači, kule za hlađenje)	Zatvoreni sistemi	Hem aditivi
Ostale bakterije, virusi 1 gljivice	Osobe, raznorodni izvori	Infekcije	Sva mesta, posebno izolacione sobe	-	Čišćenje/ventilacija

- učesnici u građenju (arhitekti, konsultanti, itd.),
- tehnička služba,
- medicinsko osoblje.

Tipična područja u kojima se pojavljuju razlike u funkcionalnim zahtevima i strategiji optimizacije su sledeća:

- ergonomija,
- sigurnost,
- rizici infekcija,
- ugodnost,
- finansijska optimizacija (minimizacija),
- potrošnja energije,
- operativni postupci.

Neke od dilema kao posledice ovih razlika su:

- oblast finansijske optimizacije: investicioni troškovi; eksploatacioni troškovi; ukupni troškovi;
- funkcionalnost nasuprot rizicima od infekcija;
- ergonomija nasuprot ugodnosti i rizicima od infekcija;
- efekti lečenja nasuprot potrošnji energije.

Ove dileme će biti ovde razmatrane sa više detalja.

Dileme KUV u operacionim salama

Oblast finansijske optimizacije

Operacione sale su relativno skupe, pa je razumljivo što je za tu vrstu medicinske usluge optimizacija troškova značajna. Jedna operaciona sala nastoji da pronađe ravnotežu između funkcionalnosti, koja omogućava hirurgu da obavi bitni medicinski postupak, i zaštite pacijenta koji je za vreme operacije veoma osetljiv prema infekcijama.

Mogu se razlikovati tri vrste troškova:

- investicioni,
- eksploatacioni (energija, čišćenje, odeća, obuka, itd.),
- troškovi prouzrokovani infekcijama (direktni i indirektni)
 - direktni troškovi (ponovljena operacija, produženo bolničko lečenje, lekovi);
 - indirektni troškovi (pogoršanja zdravlja, smrtnost).

Znamo da postoji korelacija između kvaliteta operacione sale, u pogledu bakteriološke čistoće i stope infekcija ostvarenih u tom prostoru. Da bi se smanjili ukupni troškovi (podrazumevajući sve tri navedene pozicije), bilo bi razumno podići kvalitet operacione sale, povećavajući investicione i eksploatacione troškove (odeća, obuka itd.). U praksi ovakav kompleksan pristup je težak, ili nemoguć, zbog toga što su za ove tri pozicije troškova odgovorna tri različita učesnika, od kojih svaki nastoji da optimizira ili minimizira troškove za koje je odgovoran.

Funkcionalnost nasuprot rizicima od infekcija

Jedna druga dilema proizilazi iz suprotnosti između funkcionalnosti operacione sale kao podrške hirurgiji i rizika od infekcije kojoj je izložen pacijent. Operacione lampe igraju značajnu ulogu u radu hirurga. Tradicionalno je poklanjana mala ili nikakva pažnja obliku, položaju i odavanju toplote ovih lampi, što su sve značajni faktori za jedan dobar sistem kretanja vazduha, što opet ima bitan uticaj za zaštitu od infekcija za vreme operacije. Infrastruktura (ventilacioni sistemi itd.) operacionih sala mora biti u ravnoteži kako sa opremom (lampe, stolovi itd.) tako i sa operativnom praksom (odeća, postupci, logistika itd.). U praksi je ovakav složeni pristup često osujećen podelom odgovornosti u ovom domenu od strane različitih službi.

Ergonomija nasuprot ugodnosti i rizicima od infekcija

Slična dilema se javlja kroz ergonomске zahteve, koji danas vode do sve više displeja i drugih elektronskih uređaja, od kojih svaki odaje toplotu i ometa kretanje čistog vazduha, stvarajući povećani rizik od infekcija.

Efekti lečenja nasuprot potrošnji energije

U operacionim salama nalaze se mnoge nečistoće, sposobne da izazovu negativne zdravstvene efekte. Ventilacija je najočigledniji način da se ovakvi rizici umanje. Ovo ponekad dovodi do zahteva da se ukine recirkulacija, koja bi inače mogla biti prihvatljiva. To redovno prouzrokuje povećanje potrošnje energije, pošto sav vazduh mora biti obrađen (kako zimi tako i leti).

Literatura

- [1] **Levy, F.:** *Problemi unutrašnjeg vazduha u bolnicama. Ventilacija i kvalitet unutrašnjeg vazduha u bolnicama*, Marco Maroni, str. 19-28
- [2] **Maroni, M., R. Axelrad:** *NATO viši naučni seminar, Ventilacija i zahtevi kvaliteta unutrašnjeg vazduha u bolnicama, zaključci i preporuke*, str. 333-337
- [3] **Luscuere, P. G.:** *Bakterijska kontrola putem kontaminacijske kontrole u operacionim salama*, Zdravstveni objekti, "95 konferencija, Milano, str. 135-142
- [4] **Luscuere, R. G.:** *Primene KGH u stambenim, industrijskim i poljoprivrednim zgradama*, Klima 2000, Bruxelles.

kgh

R. G. Luscuere and R. T. B. Van Heugten INDOOR AIR QUALITY IN HOSPITALS

Summary

This paper presents an overview of frequently posed IAQ-problems in hospitals. Furthermore a theoretical approach is presented to investigate the IAQ-problems as seen through various parties involved, showing contradictions and dilemmas, both from a functional and a financial point of view. Finally the IAQ-dilemmas in operating rooms are discussed in more detail using the theoretical approach from this paper. Identifying actors involved with different objectives shows clearly why these dilemmas exist. It allows organizations to identify possible solutions and stresses the need for integrated approaches including all relevant disciplines.