

SISTEME DE ÎNCĂLZIRE VENTILARE CLIMATIZARE ÎN FUNCȚIE DE DESTINAȚIA SPAȚIILOR ȘI ÎNCĂPERILOR PENTRU CLĂDIRI CU REGIM SPITALICESC

Dr. Ing. Ioan Silviu Doboși – Prim Vice Președinte AIIR



 **CLIMA 2019**

Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress

26 - 29 May, Bucharest, Romania

Dr. Ing. Ioan Silviu Doboși

Dr. Ing. Ștefan Dună

Dr. Ing. Ladislau Kardos

Arh. Radu Enescu

Arh. Mihai Muntoiu

Arh. Dragoș Bocan

Ing. Dragoș Mihăilă

Ing. Daniel Teodorescu

Ing. Alexandru Hordilă

Ing. Ana Maria Lazăr

Ing. Troi Laura

Ing. Eugen Revai

Ing. Bartha Ödön

Ing. Dumitru Moisi

Ing. Petru Teleaga

Ing. Cornel Demeter



 **CLIMA 2019**

Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress
26 - 29 May, Bucharest, Romania



Lucrarea își propune prezentarea sistemelor de încălzire, ventilare, climatizare, pentru o clădire cu regim spitalicesc respectând standardele în vigoare, cu predilecție în ceea ce privește regimul aseptice în funcție de destinația încăperilor.

Se are în vedere respectarea debitelor de ventilare și a regimului de confort termic atât în regim de iarnă cât și în regim de vară.

În încăperile cu grad de asepsie ridicat cât și în zona hotelieră a spitalului nu s-au montat echipamente cu funcționare în regim de temperatură scăzut 7/12 °C pe timp de vară, pentru a evita formarea condensului care poate favoriza apariția Legionellei.



Baze de calcul

- **NP 015/1997** – Normativ privind proiectarea și verificarea construcțiilor spitalicești și a instalațiilor aferente acestora
- **I5 – 2010** – Proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor de ventilare și climatizare
- Normele **NFS 90 - 351**, referitoare la exigențele privind contaminarea prin particule aeropurtate, un ghid pentru conceperea, realizarea și exploatarea instalațiilor aferente construcțiilor spitalicești.
- **ORDIN nr. 914 din 26 iulie 2006** pentru aprobarea normelor privind condițiile pe care trebuie să le îndeplinească un spital în vederea obținerii autorizației sanitare de funcționare.
- **ORDIN nr. 1096 din 30 septembrie 2016** privind modificarea și completarea Ordinului ministrului sănătății nr. 914/2006 pentru aprobarea normelor privind condițiile pe care trebuie să le îndeplinească un spital în vederea obținerii autorizației sanitare de funcționare.
- **SR EN 12831** Instalații de încălzire în clădiri – Metode de calcul a sarcinii termice de calcul



Baze de calcul

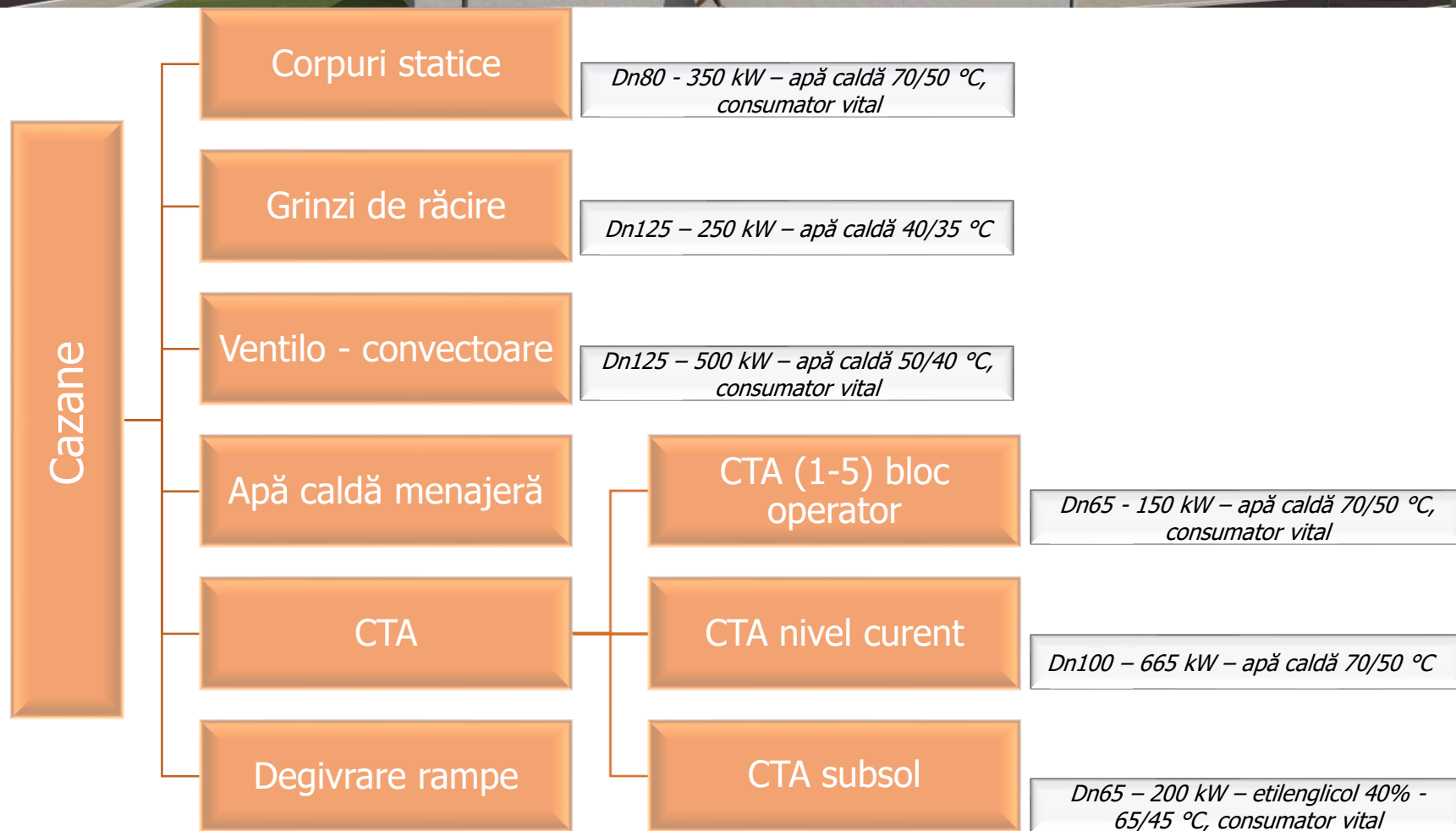
- **SR 1907 - 1** Parametrii de calcul pentru aerul exterior și stabilirea pierderilor de căldură
- **SR 1907 - 2** Pentru temperaturile interioare aferente altor încăperi decât cele funcțional specifice încăperilor spitalicești
- **STAS 6648 - 2014** privind parametrii exteriori de calcul și calculul necesarului de frig pentru instalațiile de climatizare.
- **GT – 58 - 2003** privind criteriile de performanță și cerințele de calitate aferente instalațiilor de ventilare și condiționare
- **Directiva Ecodesign** ErP 1253, 1254 / 2018 pentru unități de ventilare
- **HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics** – manual ASHRAE , ediția 2013



Situația propusă

Spitalul este prevăzut cu instalații de încălzire, ventilare și climatizare, atât pentru respectarea limitelor admisibile de puritate a aerului prevăzute pentru clasele de încăperi specifice spitalelor, conform normativului NP015-1997, precum și pentru realizarea condițiilor de confort pentru acomodarea pacienților și desfășurarea activităților spitalicești.

Încălzirea este realizată de o centrală termică amplasată la subsol alcătuită din 3 cazane de oțel ($3 \times 900 = 2700 \text{ kW}$) prevăzute cu arzătoare duale cu insuflare pe combustibil gazos (modulant) și motorină (în două trepte). Combustibilul de bază este gazul metan, motorina fiind utilizată ca alternativă în cazul în care există probleme în alimentarea cu gaz metan. Cazanele funcționează în cascadă fiind controlate prin BMS pentru a menține o temperatură constantă pe turul comun de $70 \pm 1 \text{ grd.C}$. BMS realizează și rotirea cazanului de bază la un număr de ore de funcționare pentru o uzură uniformă a echipamentelor. Pompele de circulație de pe cazane funcționează continuu cu debit constant chiar dacă arzătoarele sunt oprite, astfel debitul de agent termic furnizat de CT este constant. Pentru alimentarea consumatorilor vitali este necesară funcționarea a două cazane din trei.





Răcirea este realizată de 3 chillere răcite cu aer ($3 \times 800\text{Kw} = 2400 \text{ Kw}$) montate în exterior.

Compresoarele chillerelor sunt tip șurub și funcționează cu convertizor de frecvență în plaja de putere 15%...100% pentru a menține temperatura constantă pe tur 5 grd.C

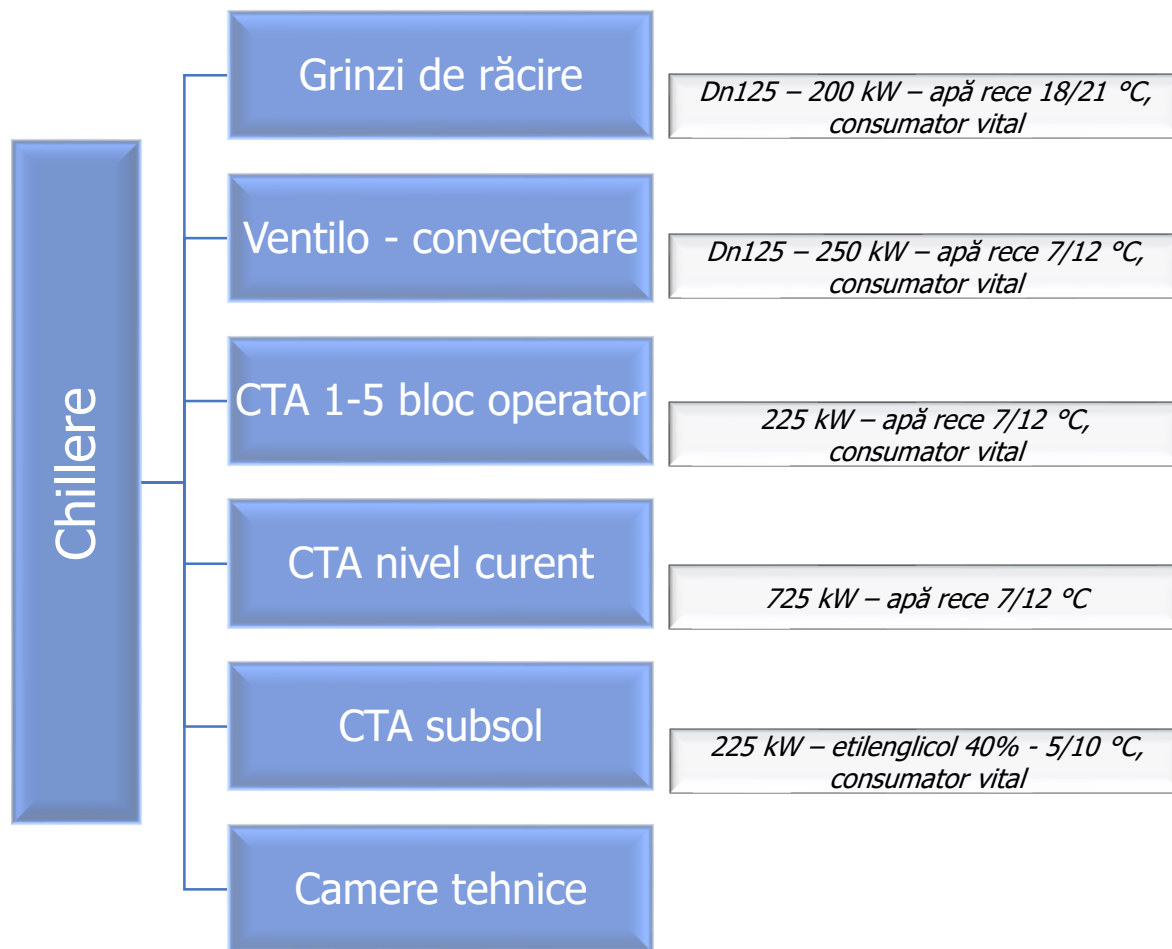
Cascadarea chillerelor se face prin BMS pentru a menține temperatura turului primar la valoarea setată de 5 grd.C.

Lângă chillere este sala pompelor de circulație pentru agentul de răcire primar – etilen glicol 40% - 5/10 grd.C. Au fost prevăzute 3 pompe active și una rezervă. Motoarele pompele sunt prevăzute cu convertizor de frecvență. Comanda de cascadare a pompelor este dată prin BMS pentru a menține un ecart de temperatură constant de 5 grd.C între tur și retur.

Pentru alimentarea consumatorilor vitali este necesară funcționarea unui chiller din trei.

Chillerele funcționează și în perioada de iarnă în regim de răcire liberă - free-cooling.

Chillerele sunt prevăzute cu funcție "low noise" (zgomot redus) pentru perioada de noapte și cu ventilatoare axiale silențioase pentru răcirea condensatoarelor.





Instalații de ventilare – condiții de asepsie

Pentru realizarea condițiilor de asepsie impuse de tipurile de spații deservite, centralele de tratare vor fi montate în spații închise pentru a se evita contaminarea filtrelor, la contact direct cu aerul exterior.

Încăperile cu specific strict spitalicesc se cuprind în 4 clase de încăperi determinate de pretențiile de asepsie care corespund naturii activităților cărora le sunt destinate: sunt stabilite pentru fiecare clasă niveluri limită pentru concentrația volumetrică de germeni (N) care indică numărul de unități specifice de germeni la unitatea de volum (germ/m^3).

Conform NP 015 – 1997, încăperile se impart în următoarele clase:

- clasa I $N \leq 10 \text{ germ}/\text{m}^3$
- clasa II $N \leq 200 \text{ germ}/\text{m}^3$
- clasa III $N \leq 500 \text{ germ}/\text{m}^3$
- clasa IV $N > 500 \text{ germ}/\text{m}^3$

Clasa încăperii	Felul încăperii	Temper	Umiditatea	Debit minim	Trepte de filtre
		atura		de aer	
		aerului	relativă	proaspăt	
		(°C)	(%)	(mc/h/mc încăpere)	
I	Camere de operații	24	50-60	20	3
	Alte camere și coridoare ale sectorului operator	24	35-60	15	3
	Camere de operații	24	50-60	20	3
II	Alte camere și coridoare ale sectorului operator	24	35-60	10	3
	Terapie intensivă și reanimare	24	35-60	10	3
	Saloane	24	-	3	2
III	Centrală de sterilizare	20	-	7	2
	Prosectură	18	-	7	
	Explorări și tratamente	24	-	5	2
	Cabinete medici	22	-	2	2
	Radiologie	24	-	5	2
	Laboratoare	22	-	5	2
	Grupuri sanitare	22	-	7	-
	Birouri	22	-	2	2
	Circulații	22	-	2	2
	Săli mese	22	-	5	2



Condițiile de puritate a aerului în încăperile unităților spitalicești implică un nivel de filtrare adecvat, ceea ce determină numărul de trepte de filtrare, performanțele funcționale ale filtrelor și locul de amplasare al fiecărei trepte de filtrare în cadrul instalațiilor.

Se utilizează 3 tipuri de filtre:

- filtre brute (prefiltre) filtre clasa EU 4 (grad reținere >90 % conform test gravimetric ASHRAE); se utilizează pentru filtrare treapta I;
- filtre fine filtre clasa EU 7 (eficacitate 98-99,3 % conform test opacimetric ASHRAE); se utilizează pentru filtrare treapta a II-a;
- filtre absolute filtre clasa EU 14 (eficacitate 99,999 % conform test DOP Mil. Std. 282); se utilizează pentru filtrare treapta aIII-a.

În tabel este indicat numărul necesar de trepte de filtrare: pentru 3 trepte de filtrare se înțeleg treptele I, II și III, pentru 2 trepte de filtrare se înțeleg treptele I și II, pentru 1 treapta de filtrare se înțelege treapta I.



Camere curate clasa I și II

În această clasă sunt încadrate **sălile de operații** și spațiile aferente acestora (post/preoperator, camere de reanimare, camere prematuri), **camere de sterilizare** (spalare medici, spalare instrumente), și **terapie intensivă (ATI)**.

Instalația de ventilare ce deservește spațiile aparținând claselor I și II de puritate a aerului va fi prevăzută cu sisteme de filtrare a aerului ce vor realiza cele trei trepte de filtrare impuse pentru aceasta categorie.

Astfel, centralele de tratare a aerului vor fi prevăzute cu filtre tip G4, în amonte de unitatea de tratare a aerului și F7 după ventilatorul de introducere a aerului, iar unitățile terminale de distribuție a aerului în încăperi vor fi prevăzute cu filtre tip HEPA 14.

Instalațiile vor funcționa fără recirculare de aer, aerul introdus va fi 100% aer exterior. Centralele de tratare vor fi prevăzute cu aparatură de reglare pentru menținerea unor regimuri de debit constante de aer de introducere indiferent de stările, monitorizate de altfel în cadrul unor domenii prescrise, de colmatare ale filtrelor din cele 3 trepte de filtrare și aparatura de reglare pentru menținerea unor niveluri de suprapresiune în încăperile cu gradul de asepsie mai ridicat față de spații cu grad de asepsie mai scăzut.



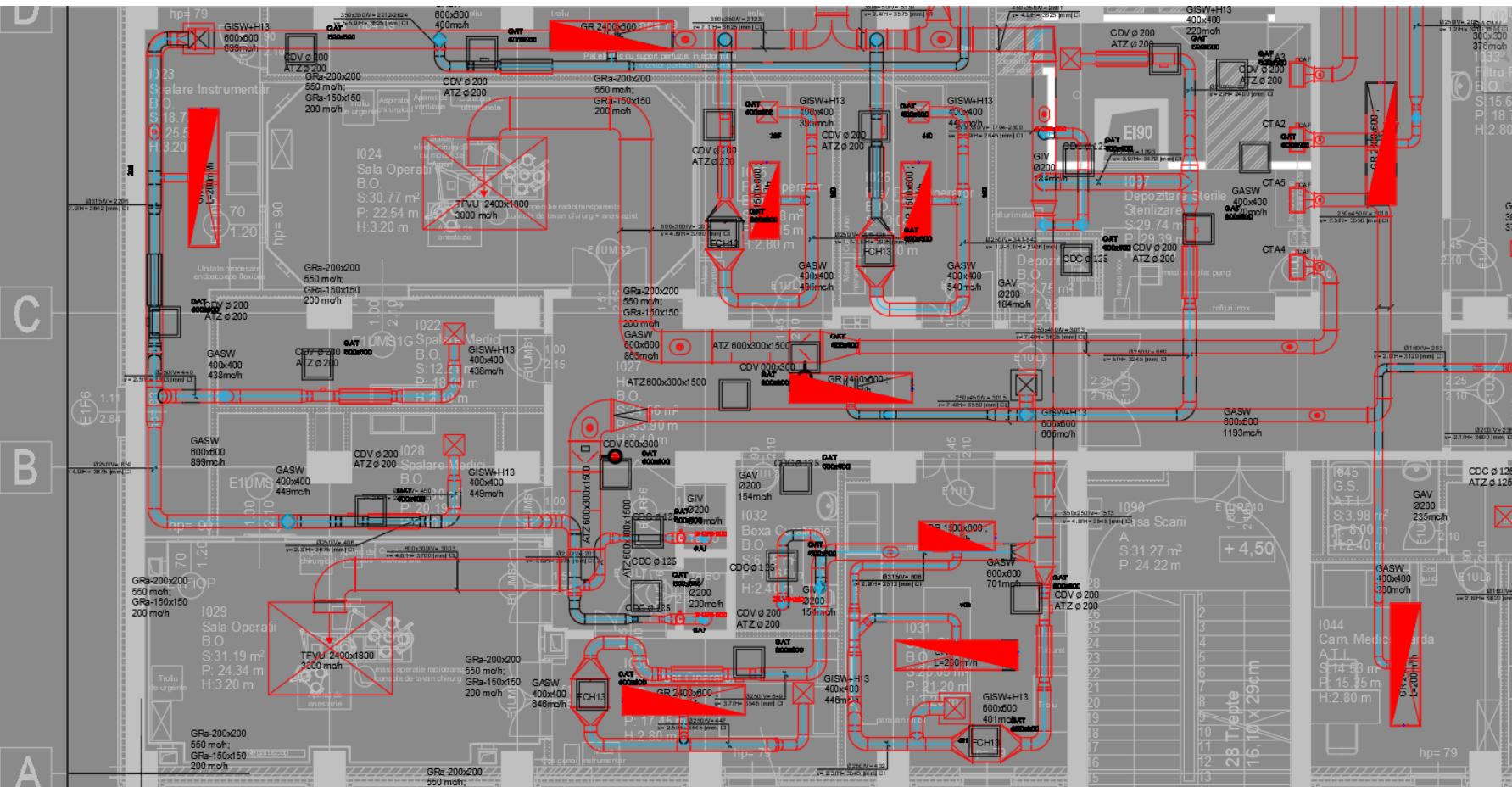
Săli de operație

Introducerea aerului pentru sălile de operații se va realiza prin plafoane filtrante din inox cu flux unidirectional vertical , echipate cu filtre HEPA 14.

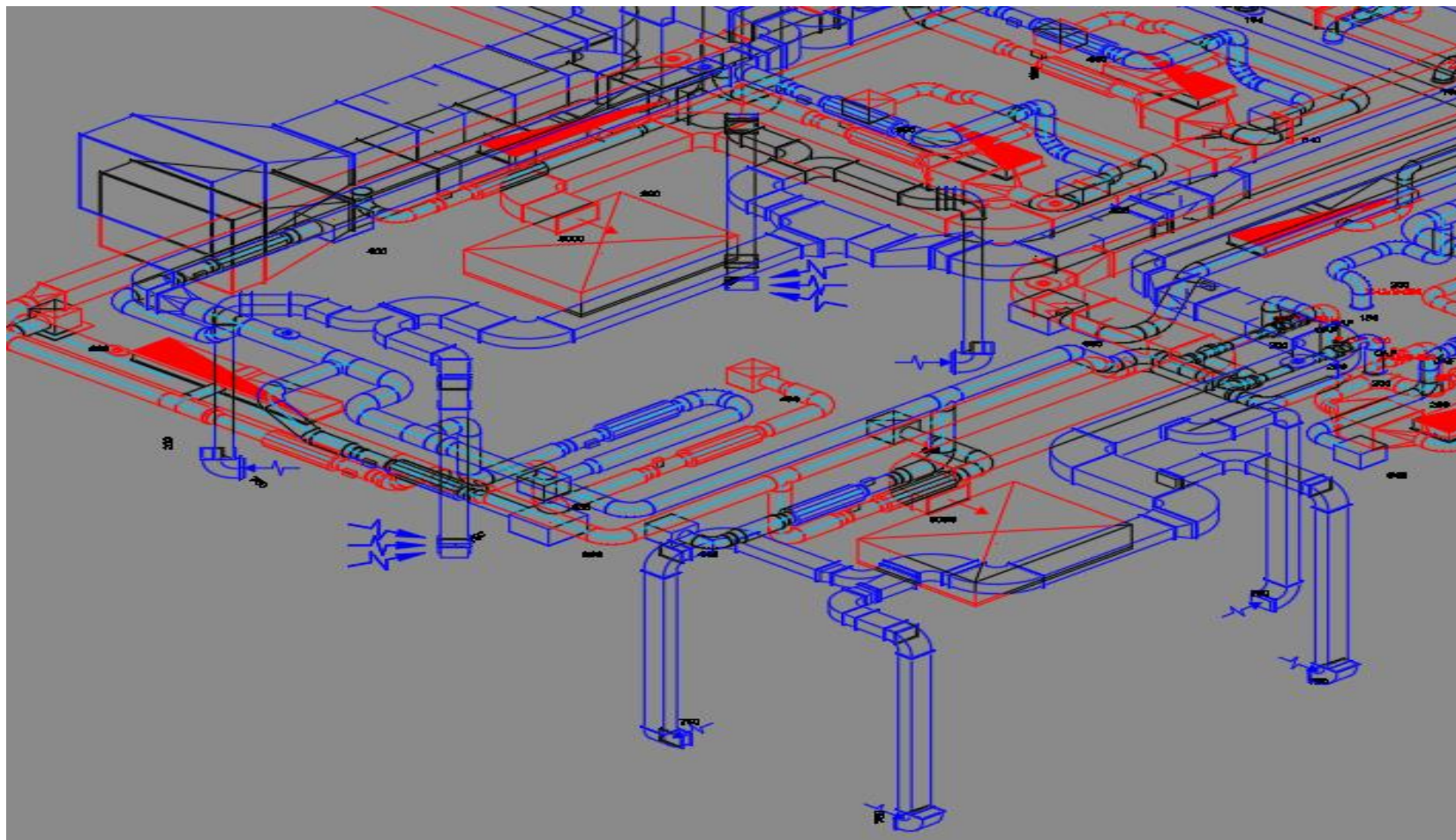
Evacuarea aerului din sălile de operații se va realiza prin grile de perete, ce vor asigura evacuarea a 25% din debit la partea superioară a camerei si 75% la partea inferioară, grilele din partea inferioară fiind montate la 10-15 cm de pardoseală. Grilele vor fi din aluminiu anodizat si vor fi echipate cu registre de reglaj.

În sălile de operații se va mentine o suprapresiune controlată între $+10 \div 20$ Pa prin intermediul unui controller de presiune diferentială si o clapetă de debit variabil montată pe canalul de aspirație, astfel debitul de aer evacuat din sală fiind redus corespunzător nivelului de suprapresiune dorit.

În perioadele fără activitate debitul de aer proaspăt în sălile de operații și celelalte încăperi din unitatea funcțională pentru operații se va menține la 50% din debitul nominal. Reducerea debitului în sălile de operații se va face de la panoul chirurgului pentru fiecare sală în parte.



REHVA 13th HVAC World Congress
26 - 29 May, Bucharest, Romania



*Săli de operație – vedere
izometrică*

CLIMA 2019

Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress

26 - 29 May, Bucharest, Romania



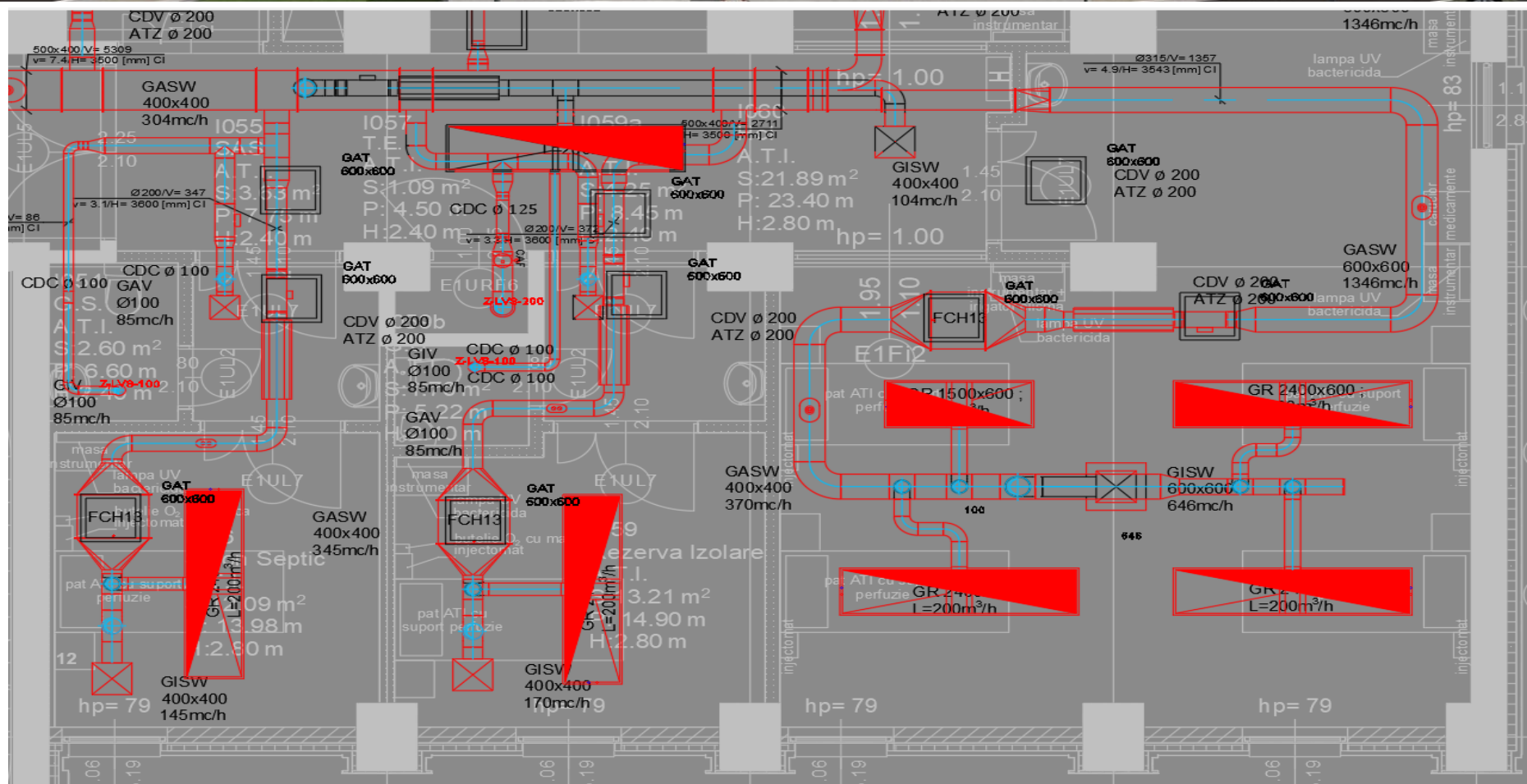
Săli ATI și camere sterile

Tratarea aerului de ventilare care deservește zonele alocate blocului de terapie intensivă se va realiza printr-o centrală de aer amplasată la nivelul tehnic.

Introducerea aerului pentru camerele de terapie intensivă, spațiile post/preoperator, spalare medici și spălare instrumente, se va realiza prin anemostate tip swirl /de tip 4 direcții și unități cu inducție amplasate în plafonul fals, echipate cu filtre HEPA 13. Evacuarea aerului se va realiza prin anemostate tip swirl/de tip 4 direcții amplasate în tavanul fals.

În perioadele fără activitate debitul de aer proaspăt în saloanele de terapie intensivă se va menține la 50% din debitul nominal.

S-au prevăzut clapete de debit constant cu servomotoare on/off prin intermediul cărora se va face comutarea minim/maxim(50-100%).Controlul servomotoarelor se face prin intermediul unor întrerupătoare accesibile personalului tehnic de deservire a instalației.

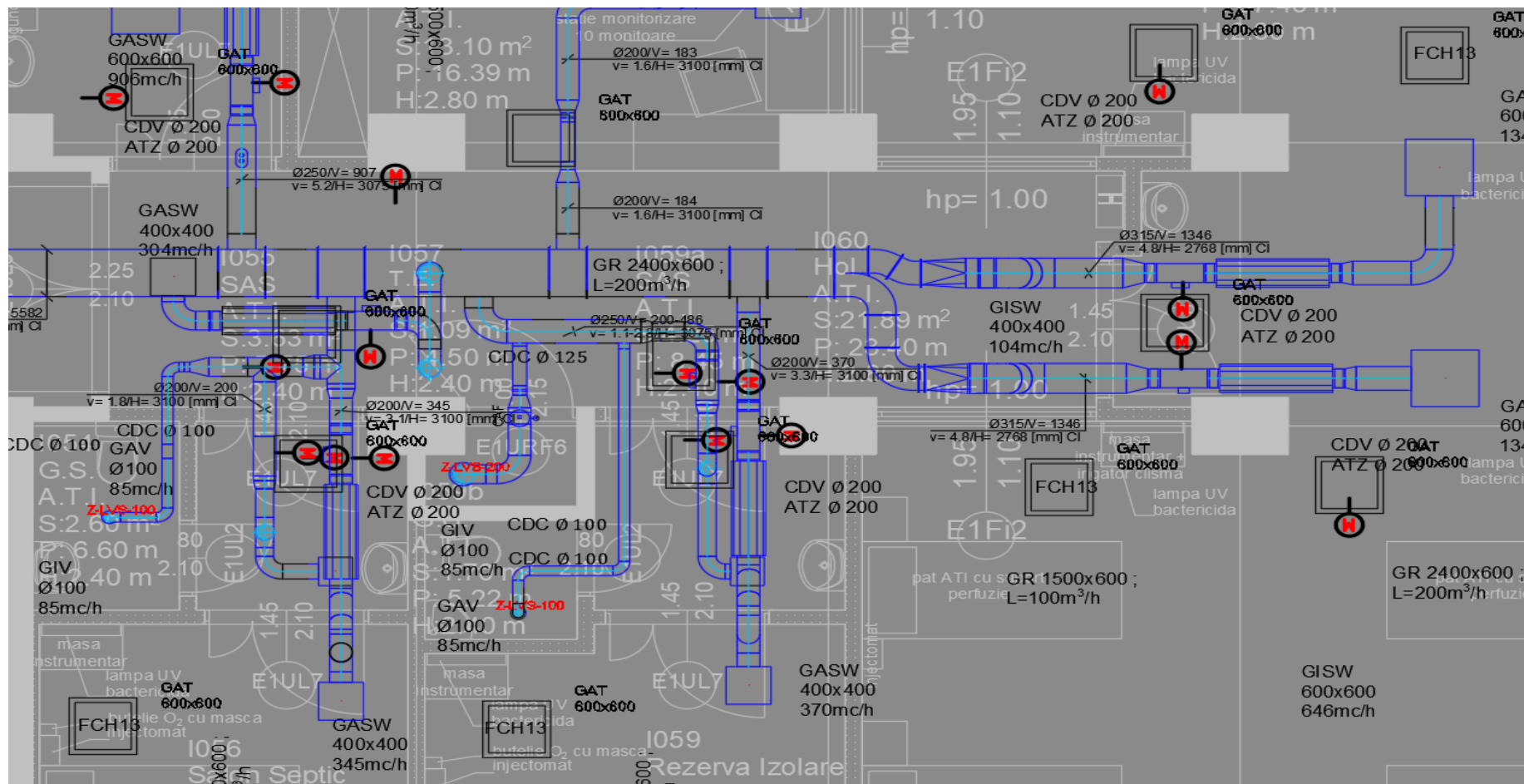


Săli ATI – introducere aer



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress
26 - 29 May, Bucharest, Romania

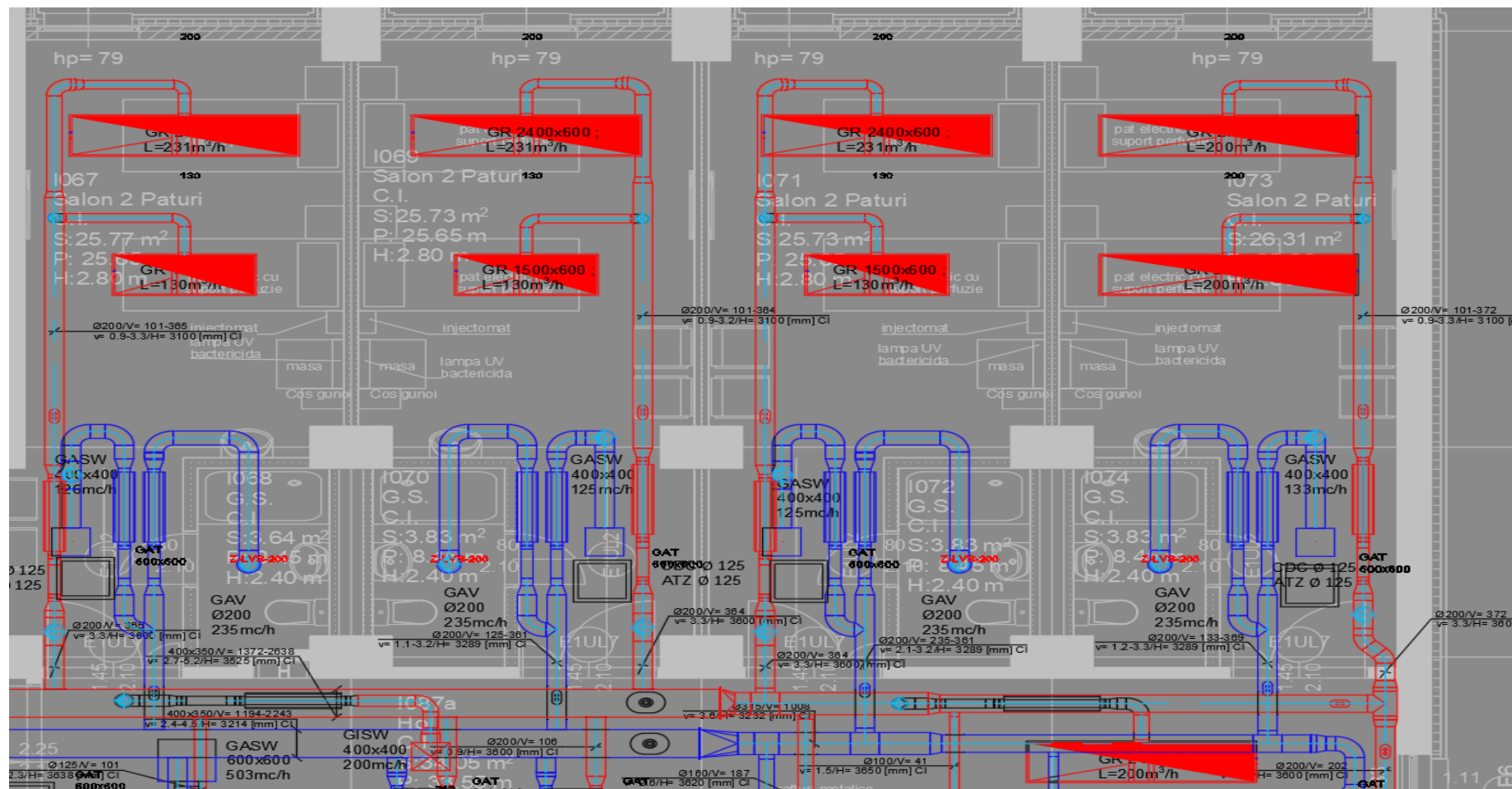


*Săli ATI – evacuaere
aer*



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress
26 - 29 May, Bucharest, Romania



Saloane pacienți

CLIMA 2019

Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress

26 - 29 May, Bucharest, Romania



Selectie centrale de tratare a aerului pentru camere curate

Centralele de tratare a aerului au fost selectate conform **Directivei Ecodesign** ErP 1253, 1254 / 2018 și au fost prevăzute cu filtre tip G4 în amonte și filtru F7 după ventilatorul de introducere a aerului, iar unitățile terminale de distribuție a aerului în încăperi vor fi prevăzute cu filtre tip HEPA 14 și HEPA 13.

Instalațiile vor funcționa fără recirculare de aer, aerul introdus va fi 100% aer exterior.

Centrala de tratare a aerului, în execuție igienică, va fi dotată cu **recuperator** de caldură cu **fluid intermediar**, cu modul de **umidificare** cu abur , cu **baterie de încălzire si reîncălzire**, cu **baterie de răcire**, **ventilatoare** de introducere și de evacuare, și va avea **2 trepte de filtrare** pe introducere.

Centralele de tratare vor fi prevăzute cu aparatură de reglare pentru menținerea unor regimuri de debite constante de aer de introducere indiferent de stările, monitorizate de altfel în cadrul unor domenii prescrise, de colmatare ale filtrelor din cele 3 trepte de filtrare și aparatura de reglare pentru menținerea unor niveluri de suprapresiune în încăperile cu gradul de asepsie mai ridicat față de spații cu grad de asepsie mai scăzut.

DencoHappel CAIRplus SX 096.064HVBV - 5 buc.

Instalatie: Bloc Operator

Pozitie client: AHU06...10

Poz. GEA: 600

date unitate 1

functie

Aer de alimentare

debit

3000 m³/h

Viteza

1.4 m/s

~21319~Geschwindigkeitsklasse

V1

(DIN/EN13053/A1-2012-02)

~21315~Elektrische Leistungsaufnahmeklasse

P1

(DIN/EN13053/A1-2012-02)

~113681~Druck extern

1000 Pa

functie

Aer aspirat

debit

3000 m³/h

Viteza

1.4 m/s

~21319~Geschwindigkeitsklasse

V1

(DIN/EN13053/A1-2012-02)

~21315~Elektrische Leistungsaufnahmeklasse

P1

(DIN/EN13053/A1-2012-02)

~113681~Druck extern

1000 Pa

Eurovent-

AHU Energy Efficiency Class

A (2016)

schema temperatura Eurovent

-15.0 °C

RLT Energie Effizienz Klasse

~21318~Wärmerückgewinnungsklasse

H2

(DIN/EN13053/A1-2012-02)

~22707~SFPv (EN 13779)

4.40 KW/ (m³/s)

~22708~SFPKlasse (EN 13779)

SFP 4

~22702~(ohne externe Zuschläge)

~59312~Erfüllt die ErP-Verordnung Nr.:1253/2014(Lüftungsgeräte) für



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress

26 - 29 May, Bucharest, Romania

- ~59332~drehzahleregelt
 ~113754~Filter-Warnvorrichtung:
 - ~113818~Bauseitige optische Filterdifferenzdruckanzeige oder akustische Warnv
 Erfüllung der ErP ab 2018 erforderlich.
 ~59322~Typ WRG System ~59336~Kreislaufverbund
 ~59325~Wirkungsgrad WRG eta/eta Norm 69/68 %
 ~59323~Spez. Ventilatorleistung Lüftung: SVLint/SVLint limit 666/1517 W/(m³)
 ~59324~Druckverlust Lüftungsbauteile Delps,int 369 Pa
 ~113750~Externe Leakage 2.4 %
 ~113749~Maximale interne Leakage 0 %
 Aplicare: Igienă
 Locul instalarii: Amplasare în interior
 Directie aer: Orizontal
 Tip amplasare: Suprapus
 Eurovent-
 AHU Energy Efficiency Class A (2016)

Parte unitate 1

- carcasă în punctul de condensare decuplată termic
- grosimea peretului carcasei 60 mm
- Caracteristicile carcasei conform EN 1886 (2007)*
- stabilitate mecanica D2*
- neetanseitate carcasa L1(Model Box)
- neetanseitate carcasa L2(Real Unit)
- neetanseitate bypass filtre F9*
- izolare termica T2*
- factor puncte termica TB2*

Valoare atenuata prin carcasa conform DIN EN 1886

[Hz] 125 250 500 1000 2000 4000 8000

[dB] 14 23 30 31 29 29 39

* Based on model box test

Calitatea materialului

- carcasa interioara



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress

26 - 29 May, Bucharest, Romania

013 - 1 buc.

Unitate de recuperare a energiei

Sistem EcoflowPlus - Incalzire

~22235~Frostschutz berücksichtigt			
factor de recuperare caldura umed		0.52	
~22518~Rueckwaermezahl nach EN13053/2010		0.69	
randament umed	%	52	
putere			
total	kW	18.7	
jaluzea		Racitor	
schimbator de caldura			
tip		H2416P2K50218LA	
Marime unitate		096.064	096.064
material			
cadru		Al	
tub		Cu	Cu
nervura		Alody.	
sistem de tuburi cu nervuri		SD271	SD271
numar de randuri/circuite	RR/WW	14/50	14/50
distanța nervuri	mm	2.70	2.70
dimensiuni racorduri		extern	extern
dimensiuni racorduri	DN	1 x 25	1 x 25
continut de apa	l	21	21
aer			
debit	m³/h	3000	3000
cadere de pres.	Pa	124	135
viteza de intrare	m/s	1.68	1.80
intrare			
temperatura/umiditate relativa	°C/%	-15.0/90	21.0/35
umiditate absoluta	g/kg	0.9	5.4
iesire			
temperatura/umiditate relativa	°C/%	3.5/19	3.7/100
umiditate absoluta	g/kg	0.9	4.9
curgere condensat	kg/h	0.0	1.7
tip agent			
apa/glicol		Apa-glicol	
procentaj glicol	%	35	35
rata debit masic	kg/h	1490	1490
debit	m³/h	1.5	1.5
admisie/evacuare	°C/°C	13/-11	-0/13
viteza curgere	m/s	0.384	0.713
cadere de pres.	kPa	19.7	50.0
~21710~Max. Druckverlust	kPa	36.7	50.0
presiune maxima permisa	bar	16.0	16.0
temperatura maxima permisa	°C	110	110

Centralele de tratare a aerului pentru sălile de operație și sălile ATI sunt de tip dublu flux cu recuperator de căldură cu fluid intermediar – glicol care asigură recuperarea de căldură din aerul evacuat cât și evitarea contaminării prin separarea completă a acelor 2 fluxuri de aer



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress
26 - 29 May, Bucharest, Romania



BIM (Building Information Modeling) și simularea energetică în programul VABI

Building Information Modeling (BIM) – este procesul de creare și utilizare a unor informații coordonate, consecvente și calculabile, despre un proiect de construcții. Acest concept a modificat felul în care profesioniștii din toată lumea văd cum poate fi aplicată tehnologia în domeniul proiectării, construirii și managementului construcțiilor.

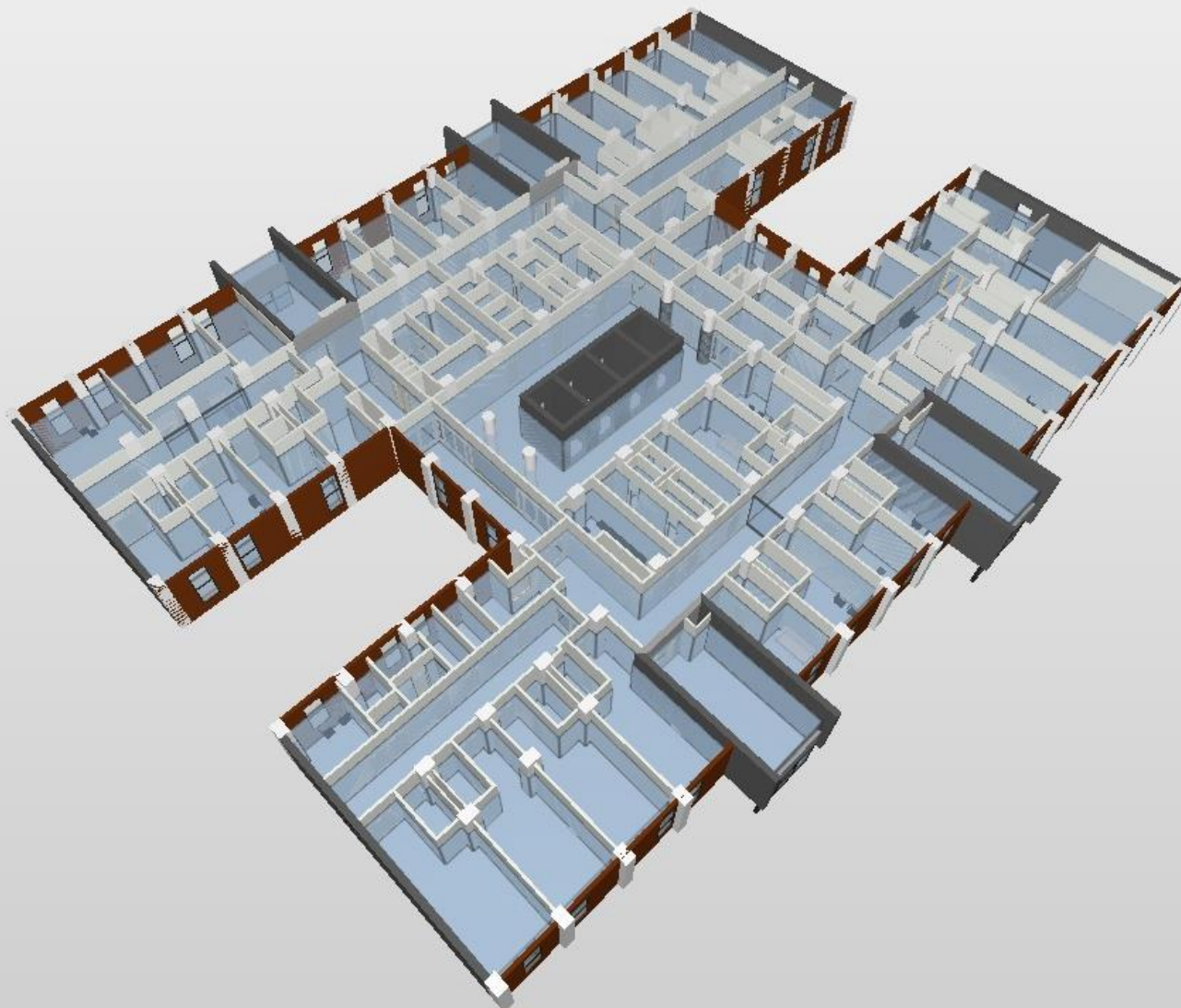
Conceptul BIM se bazează pe utilizarea unui model informațional 3D unic alcătuit din obiecte inteligente, din care se pot extrage în orice moment informații complete. Între modelul 3D și diferitele vederi, secțiuni, planuri, liste etc, există legături bi-direcționale astfel încât o modificare realizată într-un loc se va reflecta automat în tot proiectul, reducând astfel erorile, economisind timp și menținând acuratețea proiectului.



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress

26 - 29 May, Bucharest, Romania



BIM (Building Information Modeling)
simularea energetică în programul VABI



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress

26 - 29 May, Bucharest, Romania



BIM (Building Information Modeling) și simularea energetică în programul VABI

Cu programul VABI se poate crea foarte rapid un model exact 3D al unei clădiri și apoi obține un calcul pe un model de simulare dinamică pentru a evalua performanța energetică a clădirii și confortul termic al mediului interior. Calculul ia în considerare informațiile detaliate despre materiale și procese precum și grad de ocupare și orare de funcționare.

Programul oferă un mediu simulat care în clădirile existente poate fi comparat cu datele înregistrate în funcționare. Astfel modelul obținut poate fi utilizat pentru a testa diverse scenarii pentru întreaga clădire, o zonă anume sau un nivel, pentru a identifica posibile probleme de eficiență energetică pentru a le optimiza.



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress
26 - 29 May, Bucharest, Romania

Architectural site plan of a residential complex. The plan shows a large rectangular building with a grid of rooms, a central courtyard with a staircase, and a parking area with 48 spaces. A road with a "STATION TRATARE APE" (Water Treatment Station) is on the left. The plan includes various annotations such as elevations, dimensions, and structural elements.



Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress
26 - 29 May, Bucharest, Romania



BUILT ENVIRONMENT FACING CLIMATE CHANGE



YouTube





Vă mulțumesc!

CLIMA 2019

Built environment facing climate change

REHVA 13th HVAC World Congress

26 - 29 May, Bucharest, Romania