

**RAPORT de**  
**EXPERTIZĂ TEHNICĂ**  
**PRIVIND**  
**ACOPERIREA STADIONULUI**  
**LIA MANOLIU**

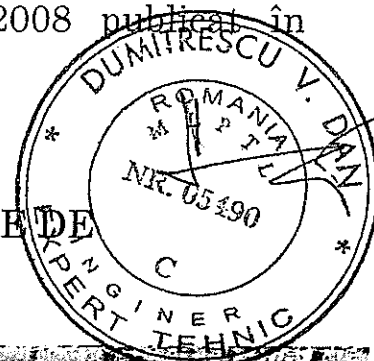


**1. CADRUL INSTITUTIONAL**

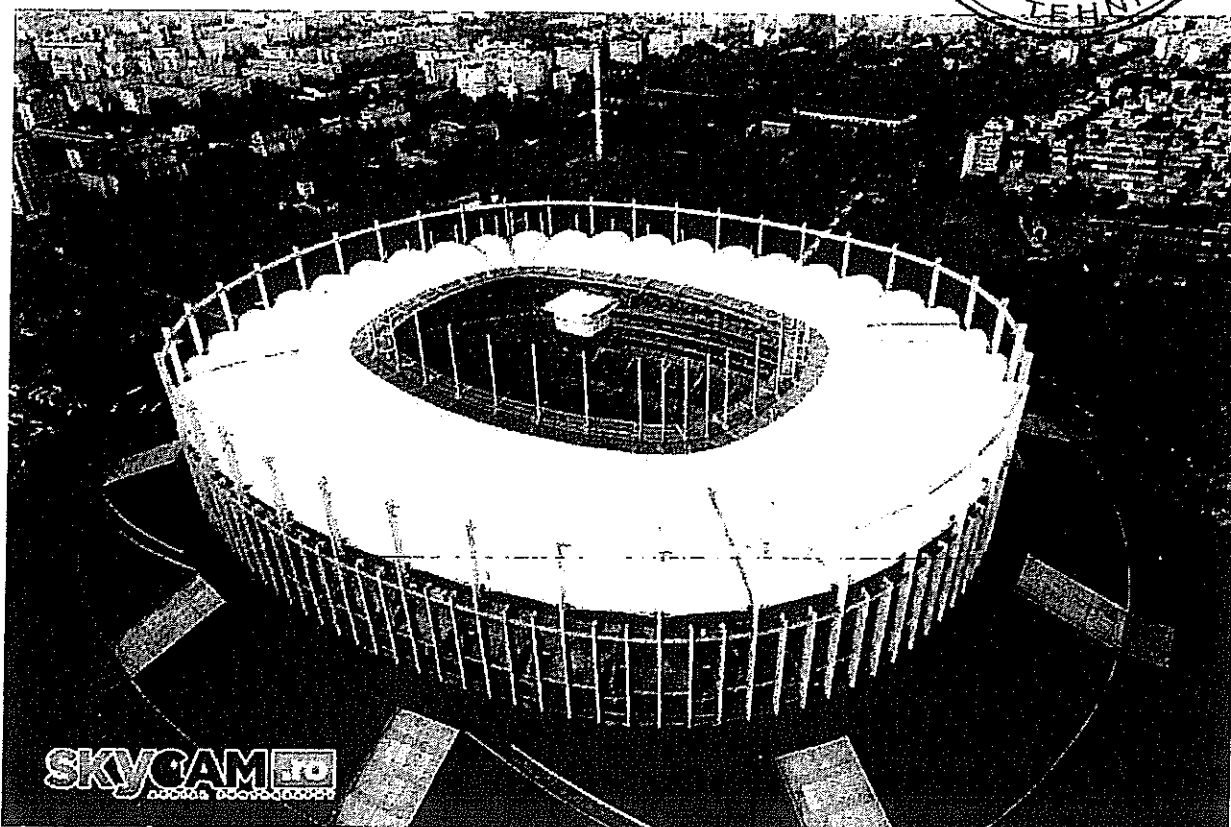
In conformitate cu prevederile Normelor Generale de apărare împotriva incendiilor, aprobate cu ordinul nr. 163 din 28 feb. 2007 al M.A.I., art 47 și OMAI nr.3/2011, se prevede necesitatea efectuării unei expertize tehnice de securitate la incendiu în vederea determinării, în orice stadiu, a stării tehnice a construcției pentru evaluarea capacității acesteia de satisfacere a cerinței « securitate la incendiu ». Ca urmare la realizarea, extinderea sau schimbarea de destinație a unei construcții existente, este necesară expertizarea tehnică a modului de îndeplinire a condițiilor tehnice privind Cerința esențială de calitate « Securitatea la incendiu ». Expertiza de față analizează din acest punct de vedere situația copertinei stadionului Lia Manoliu din București. Expertiza se efectuează la cererea S.C. MAX BÖGL S.R.L. reprezentată prin dl. Director Mathias Kirr și are ca bază legală:

- Legea. 50/1991 modificată și completată cu Legea 453/2001 privind autorizarea executării construcțiilor, completată cu Ordonanța Guvernului nr. 5/2002,
- Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții cu referire la Cerința de calitate Securitatea la incendii a construcțiilor cu toate detaliile și modificările ulterioare,
- prevederile Legii nr.307/2006 privind apărarea împotriva incendiilor
- prevederile Normelor generale de aparare impotriva incendiilor, aprobate cu Ordinul ministrului administratiei si internelor nr.163/2007;

- HGR 1739/2006 privind categoriile de construcții și amenajări care se supun avizării/autorizării de prevenire și stingere a incendiilor
- prevederile OMAI nr. 3/2011 privind Normele metodologice de avizare și autorizare pentru prevenirea și stingerea incendiilor
- Normativul de siguranță la foc a construcțiilor indicativ P 118-99
- SR EN 13501-1 privind
- Ordinul comun al MTCT și MAI nr. 1822/394 publicat în Monitorul Oficial nr.312 din 22.04.2008 privind clasele de rezistență la foc și clasele de reacție la foc
- Ordinul MDLPL nr. 268/431 din 04.03.2008 publicat în Monitorul Oficial nr.313 din 22.04.2008



## 2. SCURTĂ PREZENTARE A SOLUȚIEI TEHNICE DE ACOPERIRE A STADIONULUI



Stadionul Lia Manoliu denumit inițial stadionul 23 August, a fost construit în anul 1953 (la a cărei construcție am participat ca cercetător

științific al INCERC), realizat special pentru Festivalul Mondial al Tineretului din 1953. Stadionul, nu era acoperit și peste capacitatea oficială a găzduit matchuri de football cu audiență de 100.000 spectatori (personal am asistat la România-Cehoslovacia și altele). În decursul deceniilor următoare, în care au avut loc și 3 cutremure de intensitate majoră (1977, 1986, 1990) gradenele au suferit unele deplasări. În plus, stadionul nu mai corespundea în raport cu marile stadioane din alte țări nici din punct de vedere al cerințelor FIFA și nici din punct de vedere al confortului spectatorilor. În acest răstimp s-au făcut unele remedieri care au constituit simple paliative.

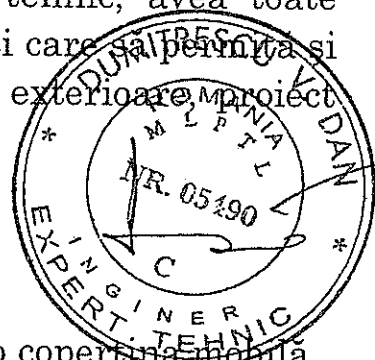
S-a luat hotărârea reconstruirii stadionului pe baze moderne și a rezultat un stadion cu capacitatea oficială de 50.000 locuri, care a primit numele regretatei mele colege de club de atletism și multiplă campioană olimpică Lia Manoliu, dar totodată cel de Arena Națională, dat fiindcă stadionul nu mai are pistă de atletism fiind practic numai stadion de football.

Una din modificările importante ale concepției și realizării stadionului a fost cea de acoperire temporară (în funcție de situația atmosferică) a stadionului cu o copertină mobilă. În 1956, personal am propus, sub egida INCERC, acoperirea stadionului 23 August cu o copertină tip „roată de bicicletă”: proiectul, în fază de proiect tehnic, avea toate soluțiile de detaliu, pe bază de SBP cu contragreutăți care să preia și să preia deformațiile din temperatură și încărcări exterioare proiect care nu a mers mai departe.

\*

\*

\*



Antreprenorul general Max Bögl România a utilizat o copertină mobilă de acoperire temporară a Stadionului Lia Manoliu – Arena Națională – cu o membrană din țesătură de poliester cu acoperire din PVC, similar (nu identic) cu alte stadioane, între care cele din Kiev și Frankfurt au avut același antreprenor, firma Max Bögl din Germania.

Din referatul dlui dr.ing. Helmuth Köber rezultă că: – (cităm din referatul domniei sale):

« Structura de rezistență a acoperișului, o structură cu cabluri, a fost proiectată pe baza principiului spițelor de roată:

- Un inel de compresiune din oțel având forma ovală în plan, cu diametrul longitudinal de cca 240 m și unul transversal de cca 205 m. Inelul este susținut de 40 stâlpi verticali, la 50 m deasupra solului.
- Două inele paralele de tensiune amplasate în marginea interioară a acoperișului exterior: unul în poziția inferioară, care este inelul principal de tensionare și un al doilea la cca 15 m deasupra acestuia. O serie de cabluri radiale superioare, care fac legătura între inelul de compresiune și inelul principal de tensionare inferior și un al doilea set de cabluri radiale superioare care conectează inelul de compresiune și inelul de tensionare superior.
- O serie de cabluri radiale inferioare care leagă partea inferioară a stâlpilor de inelul principal de tensiune.
- O serie de cabluri verticale de suspendare care leagă cablurile radiale inferioare și superioare.
- O serie de piloni verticali care conectează inelul de tensionare superior de cel inferior.
- O serie de grinzi radiale – console, care creează marginea interioară a acoperișului, care susține panourile de carbonat.
- O serie de stâlpi metalici, care susțin inelul de compresiune și transmit toate sarcinile la structura inferioară de beton.
- Contravânturi verticale marginale – câte 2 buc. pe fiecare latură a stadionului, care transmit sarcinile orizontale ale structurii acoperișului la structura inferioară de beton.
- Învelișul acoperișului este o membrană din PVC îmbrăcată în poliester, care este susținută de bolți intermediare din oțel, în direcții tangențiale, susținută în direcție radială de cablurile inferioare –

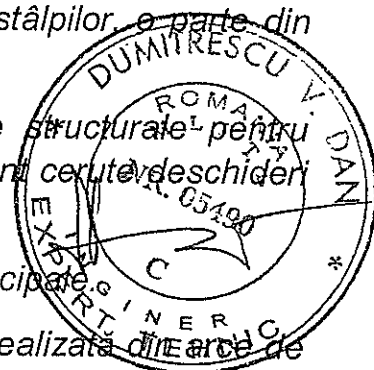
Inelul de compresiune preia direct toate încărcările provenite din cablurile radiale de la partea superioară și indirect, prin intermediul stâlpilor, o parte din forțele transmise de cablurile radiale inferioare.

Cablurile profilate de înaltă rezistență, ca elemente structurale pentru cablurile din spițe și inele, sunt superioare aplicației unde sunt cerute deschideri mai mari și metode simple de instalare.

Echilibrarea sistemului se realizează de către inelele principale.

Având în vedere forma acoperișului, o elipsă alungită realizată dintr-un arc de cerc cu raze diferite, pentru a se apropia de forma terenului de joc, se introduc **tensiuni variabile** în cabluri.

Ca urmare, nici reacțiunile pânzei pe stâlpii perimetrali ai structurii nu sunt uniforme, ele concentrându-se în zonele de racordare de la colțuri.



Tensiunea introdusă în cablurile purtătoare și întinzătoare este stabilită din condiția ca sub încărcările aplicate învelitorii (atât de sus în jos cât și de jos în sus) cablurile să rămână întinse.

Structura acoperișului interior constă din șase compartimente majore:

- 40 ferme de cabluri orientate spre punctul central constând dintr-un cablu superior, un cablu inferior și un inel de suspensie.
- Nodul central din centrul structurii cu depozitarea membranei.
- Membrana retractabilă cu componente de acționare și de tensionare.
- Inel inferior și superior de tensionare a structurii globale.
- 40 cabluri superioare orientate radial deasupra bolturilor membranei.

Piloni de compresiune între cele două inele inferioare de tensionare

Membrana este conectată la cablurile radiale inferioare în anumite puncte, direct sub inelul vertical de suspensie, utilizând o curea textilă care este fixată liniar de membrana în direcție radială.

Perimetral și în centru membrana este mărginită de așa – numite „cabluri de margine” care sunt tot curele textile.

În vederea realizării unui proiect economic și realist, **acoperișul interior (membrana) nu este proiectat ca să reziste la sarcini de zăpadă.**

Depozitul membranei este situat în nodul central. El are o înălțime totală de cca 8 m » **Am încheiat citatul** – (sublinierile mele)

Membranele mobile utilizate de antreprenorul general Max Bögl România, pentru acoperire, sunt constituite din materiale cu denumirea de Duraskin Type II și respectiv Duraskin Type IV

În ceea ce privește caracteristicile de comportare la foc ale acestor materiale, ele sunt prezentate și discutate la capitolul 5 al prezentei expertize.

### **3. LEGISLAȚIA PRIVIND SIGURANȚA LA FOC (securitatea la incendiu)**

Comportarea la foc a construcțiilor este definită în principal prin două caracteristici:

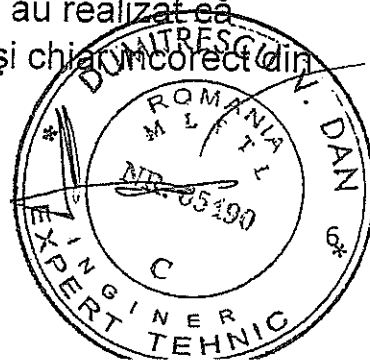
- **rezistența la foc** a elementelor de construcții
- **combustibilitatea materialelor** folosite – versus **reacția la foc a produselor puse în operă** (revenim asupra noțiunilor de combustibilitate și de reacție la foc



**Rezistența la foc** este definită ca fiind „aptitudinea unor părți sau elemente de construcție de a-și păstra pe un timp determinat capacitatea portantă, izolarea termică și etanșeitățile la foc, stabilite prin încercări standardizate”. Cu alte cuvinte, un stâlp, o grindă, un planșeu, un tirant, etc, va avea o rezistență la foc (în ore sau minute) determinată prin încercări standardizate în cuptoare – elementele fiind încercate în mărime naturală în cuptoare speciale. Noțiunea de **foc** se deosebește de cea de incendiu prin aceea că focul este un incendiu standardizat; incendiile sunt aleatorii și nu există două incendii identice chiar dacă toate condițiile constructive și de mediu ar fi reproduse. De aceea a fost necesară standardizarea unui incendiu pentru a creia posibilitatea aprecierii și statuării de rezistențe la incendiu pe durate de timp. Acest incendiu standard a fost statuat în 1967 la Gent de către 7 specialiști din tot atâtea țări (inclusiv subsemnatul) standard ISO care a fost preluat ulterior – după înființare – și de C.E.N. și care este valabil și azi în toată lumea, inclusiv în toate Eurocodurile.

**Combustibilitatea** este cea de a doua caracteristică principală care definea comportarea la foc a componentelor construcției și ea se referea la materialele ce se foloseau în construcția respectivă. Spre deosebire de rezistența la foc, combustibilitatea nu a fost niciodată definită unitar și nici nu s-a reușit punerea de acord asupra aparaturii de testare și a mărimilor urmărite și nici a clasificării materialelor. Aproape fiecare țară avea propria ei clasificare și altă aparatură de testare. Franța avea M1...M4 care erau stabilite cu testele la „epiradiateur” și „flamme d’alcool”, Marea Britanie avea panoul radiant, Germania cuptorașul „Brandschacht” cu clasificare A1, A2, B1, B2, B3, și tot așa Cehia, SUA, Canada, etc., iar clasele de combustibilitate, de obicei 5 la număr dar fără o posibilitate reală de a le corela. În 1979, ing. Florentina Vasilache din INCERC a elaborat un nou sistem de clasificare românească a combustibilității, bazat pe trei teste diferite: epiradiatorul francez, panoul radiant eglezesc și Bradschachtul german, realizând și aparatura și standardizând metoda (STAS 11357-1979); metoda implica o clasificare pe 5 clase: C0, C1, C2, C3, C4, preluată de Normativul P 118-83 și apoi de Normativul P 118-99 valabil și astăzi. Repet, nu a existat nici o metodă de a echivala **corect** clasele românești cu cele germane, franceze, poloneze, rusești, etc.

**Reacția la foc.** Cercetătorii științifici din domeniu au realizat că sistemul de a te baza pe combustibilitate este depășit și chiar **corect** din următoarele cauze principale:



- Combustibilitatea se referă la **material** pe câtă vreme în construcții se folosesc **produse** care conțin diverse materiale care se află în asemenea distribuție și procent în produs încât comportarea la foc a produsului finit nu reflectă combustibilitatea materialelor componente
- Combustibilitatea – în toate țările – se bazează pe teste și metode empirice de observare a modului de ardere, propagare, etc. **Metoda bază științifică a fenomenului**
- Nu există uniformitate de testare și clasificare

Ca urmare s-a pus la punct – în SUA – o metodă și aparatul denumit „concalorimetru” care pune în evidență cantitatea de oxigen consumată pentru arderea unui eșantion, măsurând de fapt evoluția temperaturii și scăderea procentului de oxigen din aerul vehiculat în aparat (prezentare sumară a principiului). În cadrul ISO s-a organizat un „round-robin” între 6 țări – SUA, Anglia, Germania, România și Japonia ca să pună în evidență eficacitatea sistemului (5 aparate erau produse în SUA, iar cel românesc era de producție proprie, INCERC ing. Vasilache, „regimul” din acea vreme neacceptând asemenea importuri. Rezultatul a fost foarte concludent, toate cele 6 țări obținând pe aceleași materiale trimise, rezultate aproape identice. S-a trecut la definirea unei noi metode și la realizarea aparatului corespunzătoare pentru măsurarea **reacției la foc a produselor în utilizarea lor finală** (adică produsul pus în operă). Aparatul se numește S.B.I. (single burning item) care de fapt este un concalorimetru la scară mare și care permite (împreună cu alte teste auxiliare) clasificarea oricărui produs complex din punct de vedere al reacției la foc. (Este de menționat că trecerea s-a bazat în principal pe rezultatele de combustibilitate românești, România fiind prin STAS 11357 -79 singura țară care efectua teste pe aparatura franceză, germană și engleză). Acest amănunt a făcut ca raportarea noii clasificări la cea veche să se facă pe baza rezultatelor de combustibilitate din portofoliul românesc.

Clasificarea cuprinde 7 clase de reacție la foc cu subdiviziuni care corespund măsurării a doi parametri foarte importanți: fumul – smoke – notat cu s1, s2, s3 și picăturile arzânde – drops – tot trei dar notate cu d0, d1, și d2 (foc fără fum nu se poate, dar fără picături arzânde există o mulțime de produse combustibile – de ex. toate produsele lemnoase).

Clasele de reacție la foc stabilite de Uniunea Europeană (de CEN) prin standardul EN 13501-1:2002 preluat în România ca standard românesc SR EN 13501-1:2004 sunt:

## Clasa A1

**Clasa A2** și anume A2-s1,d0; A2-s1,d1; A2-s1,d2; A2-s2,d0 ; A2-s2,d1; A2-s2,d2; A2-s3,d0; A2-s3,d1 ; A2-s3,d2;

**Clasa B** : B-s1,d0; B-s1,d1; B-s1,d2; B-s2,d0 ; B-s2,d1; B-s2,d2; B-s3,d0; B-s3,d1 ; B-s3,d2;

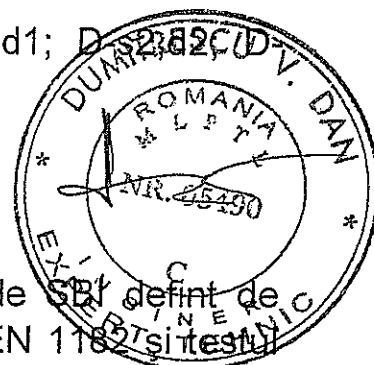
**Clasa C**: C-s1,d0; C-s1,d1; C-s1,d2; C-s2,d0; C-s2,d1; C-s2,d2; C-s3,d0; C-s3,d1 ; C-s3,d2 ;

**Clasa D**: D-s1,d0; D-s1,d1; D-s1,d2; D-s2,d0; D-s2,d1; D-s2,d2; D-s3,d0; D-s3,d1 ; D-s3,d2;

**Clasa E**: E-,d0; E- d1; E-,d2;

**Clasa F**: produsele cărora nu li s-au făcut determinări

Aparatura necesară determinărilor cuprinde în afară de SBT definit de standardul SR ISO EN 13823, încă două teste SR ISO EN 1182 și testul SR ISO EN 1716. În final se măsoară viteza de dezvoltare a focului (FIGRA), viteza de emisie a fumului (SMOGRA), căldura totală degajată ( $THR_{600}$ ), creșterea de temperatură ( $\Delta T$ ), pierderea de masă ( $\Delta m$ ) pe baza cărora se clasifică produsul. Intrarea în vigoare a noilor clase de reacție la foc s-a făcut cu dificultate și cu reticență în mai toate țările, în parte justificată. Justificarea majoră a fost faptul că toate rezultatele de combustibilitate care au stat la baza emiterii de agremente tehnice în toate țările ale miilor de firme producătoare, toate certificatele de conformitate și orice alte documente privind capabilitățile produselor trebuiau refăcute pe baza unor noi teste costisitoare și cu pierdere de timp și ceea ce deranja mai mult erau noile principii de evaluare a comportării lor la foc, aspect care elimina de pe piață sau îngredea utilizarea multor produse, chiar tradiționale. Producătorii s-au văzut în situația reconsiderării unora din produse și a modului lor de punere în operă. Peste toate acestea au existat 2 țări care au considerat – în mod nejustificat – că propriile lor metode vechi și clasificările respective erau mai bune decât cele bazate pe reacția la foc – este vorba de Germania și Marea Britanie. Este de remarcat că metodele și aparatura celor două țări nu aveau nimic comun între ele. Până la urmă s-au cerut amânări de punere în aplicare, dar nu la modul general ci fiecare țară separat. Astfel se face că Germania a adoptat noile clasificări în 2009 și mai face și azi în paralel teste de combustibilitate. În România clasele au fost adoptate în 2005 dar fără a dispune de aparatura necesară, care a fost achiziționată și pusă în funcțiune abia în 2010 la Centrul IGSU din bd. Ferdinand. Dacă mai este necesar să se arate cât de





greu este procesul de asimilare este suficient să arătăm că vechea clasificare germană era cu simbolurile A1, A2, B1, B2, B3 așa că în special la raportarea noilor clase de reacție la foc A1, A2, B, C, etc față de clasificările germane confuzia a fost și încă este totală, mai cu seamă că arhitecții – din toate țările – tratează aceste aspecte ca fiind mai mult de apanajul unor specialiști din acest domeniu restrâns (în România și azi după 10 ani dela intrarea în vigoare a noii clasificări o mare parte din ei menționează în documentația tehnică tot clasele de combustibilitate C0...C4).

S-a căutat ca pentru o perioadă de timp să se facă o echivalare între clasele de combustibilitate și cele de reacție la foc. Este, cred, evident, după cele expuse, că nu se poate face o corelare pertinentă între clasele de combustibilitate ale oricăror țări și clasele de reacție la foc. Totuși majoritatea țărilor a făcut asemenea echivalări **cu titlu informativ** Si în România s-a făcut o asemenea echivalare cu precizarea în preambul că ea are un caracter pur informativ și că nu poate fi utilizată în documentații. Cum se întâmplă adesea, persoane obscure au considerat că un document cu caracter informativ nu poate fi publicat în Monitorul Oficial, așa că au modificat preambulul Ordinului și l-au publicat în M.O. ca normă oficială, ca Ordin comun a două ministere. Redăm în continuare echivalarea care este **totuși informativă** între cele două clasificări:

Vechea clasă de combustibilitate	Noua clasă de reacție la foc											
C0	A1 A2-s1,d0											
C1	A2-s1,d1	A2-s2,d0	A2-s2,d1	A2-s3,d0	A2-s3,d1	B-s1,d0	B-s1,d1	B-s2,d0	B-s2,d1	B-s3,d0	B-s3,d1	
C2	C-s1,d0	C-s1,d1	C-s2,d0	C-s2,d1	C-s3,d0	C-s3,d1						
C3.	D-s1,d0	D-s1,d1	D-s2,d0	D-s2,d1	D-s3,d0	D-s3,d1						
C4	A2-s1,d2	A2-s2,d2	A2-s3,d2	B-s1,d2	B-s2,d2	B-s3,d2	C-s1,d2	C-s2,d2	C-s3,d2	D-s1,d2	C-s2,d2	C-s3,d2
	E-d2 F											

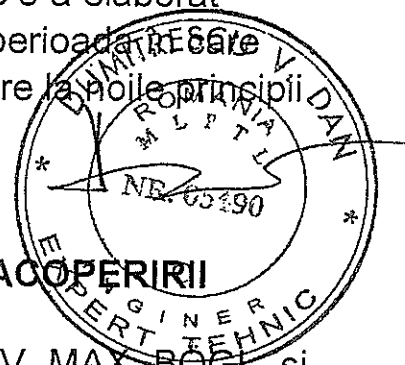


Se observă cu ușurință că picăturile arzânde „d” sunt elementul cel mai periculos și că echivalarea informativă echivalează până și unele produse din clasa A2 în fosta clasă C4 dacă produsul are picături arzânde.

Ordinul comun 269/431 din 2008 este anexat la prezenta expertiză.

Din cele prezentate în acest capitol se reține faptul că Certificatele de clasificare prezentate de producători din toate țările sunt pline de confuzii, mai cu seamă dacă sunt ceva mai vechi – de acum 3-4 ani.

În acest context se reține faptul că perioada în care s-a elaborat proiectul și cea în care s-au ales produsele a fost exact perioada în care atât în Germania cât și în România se făcea dificila trecere la noile principii și implicit la noua clasificare.



#### 4. CERINTELE CONFORMĂRII LA FOC ALE ACOPERIRII

Proiectul tehnic elaborat de Asocieria dintre JV MAX BOGL și ASTALDI Sp A București, însușit de S.D. IPROLAM, conține la capitolul 5 „Structura membranei”. Începând cu pag.43 și terminând cu pag. 53, pe 11 pagini sunt precizate toate cerințele viitoarei membrane tip PVC/PES. Sunt detaliate toate cerințele în vederea alegerii care urma să fie făcută, calitatea materialului, proprietăți mecanice, încercări de toate felurile. Sunt acceptați doar doi furnizori. Pe cele 11 pagini de condiții **există o singură frază laconică** la pag.44 referitoare la comportarea la foc a materialului care urma să fie ales; redăm această frază:

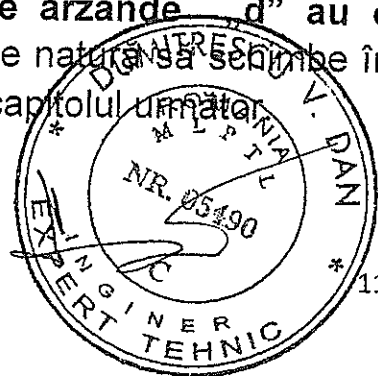
*„Materialul de acoperire trebuie să fie ignifug (sic) și să se încadreze în clasa B1 conform DIN 4102 (să nu formeze picături la ardere); în ofertă trebuie inclus un certificat”*

Din această condiție rezultă ca materialul trebuie să fie „ignifug” termen foarte vag și care nu are acoperire și condiții în niciuna din legislațiile tehnice ale celor două țări (Germania și România); în continuare se precizează că materialul trebuie să se încadreze în clasa B1 conform DIN 4102, adică în clasa de **combustibilitate** germană care de fapt la acea vreme era pe plan UE deja oficial desuetă încă din 2004, dar care în Germania era încă utilizată. Repetăm, la vremea aceea clasificarea de combustibilitate în Germania avea 5 clase: A1, A2, **B1**, B2, B3. deci proiectantul a condiționat alegerea materialului pe clasa de **mijloc** a clasificării. În România existau anterior claselor de reacție la foc, tot 5 clase de combustibilitate C0, C1, C2, C3, și C4; în Franța tot 5 clase M0, M1, M2, M3, și M4; fără ca aceste clase de combustibilitate să poată fi echivalate între ele, așa cum s-a arătat în capitolul anterior. Rezultă însă că proiectantul a indicat o clasă de mijloc pentru comportarea la foc a materialului membranei. Dacă ne-am referi la vechea clasă de mijloc românească adică C2, acesta în Normativul P 118-99, nu permite decât

încadrarea în gradul III de rezistență la foc pentru acoperișuri autoportante sau pentru **învelitoare**. De altfel această mai slabă încadrare cerută este confirmată în fraza laconică din proiect de precizarea „*de a nu forma picături la ardere*”, adică **se admitea ca materialul să ardă!** Intr-adevăr vechea clasificare Românească definea produsele C1 și C2 ca fiind greu combustibile C1 fiind cu autostingere iar C2 fiind cu ardere lentă; clasificarea germană din DIN 4102 încadra clasa B1 ca fiind „Schwerentflammbare Baustoffe” adică material de construcții greu inflamabil. Revenind la acea singură frază din proiect, constatăm că se cerea *să nu facă picături la ardere*, ceea ce denotă o necunoaștere a reglementării (nici cea veche, nici cea nouă) deoarece în DIN 4102 la Capitolul B1 nu este vorba de picături la ardere, iar reglementarea care se referă la picături este cea de testare și ea se referă la picături **arzânde**, nu la orice picături. În fine, laconic se cere și un **certificat** – dela cine, ce autoritate, cu ce drept și ce să certifice ?

Concluzia este că proiectantul a tratat destul de superficial și în necunoaștință de cauză problema comportării la foc a materialului care urma să fie achiziționat dela una din cele două firme agreeate. Era normal ca cel puțin la însușirea proiectului să se facă o transpunere în Norma UE care era de multă vreme deja oficială în România și astfel s-ar fi precizat corect proprietățile cerute de comportare la foc ale materialului.

Caietul de sarcini A 11.2 – „Învelitoare copertină” din proiect, prevede pentru membrana de acoperire **clasa B** (de data asta corect, după noua clasificare UE în clase de reacție la foc). Caietul de sarcini face însă o omisiune gravă, semnalată de altfel de Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice: nu se precizează nivelul de fum (s) și cel de **picături arzânde (d)**. Intr-adevăr, un material din clasa B de reacție la foc dar precizat B-s1,d0 este echivalent cu fosta clasă românească de combustibilitate C1, dar un material B-s1,d2 este considerat după echivalarea informativă în fosta clasă românească C4, adică cea mai proastă posibilă !! Așadar din nou necunoaștere de către proiectant (și poate și de către furnizor) a semnificației claselor din reglementări (vechi și noi). Cu alte cuvinte, un material clasificat (după SR EN 13.501-1: 2004) trebuia să aibă obligatoriu și cele două sufixe „s și d” care definesc clasificarea. Se mai concluzionează că **picăturile arzânde „d” au o importanță majoră în comportarea la foc**, fiind de natură să se scribe în totalitate proprietățile materialului, lucru analizat în capitolul următor



## 5. REZULTATELE INCERCĂRILOR – VERIDICITATEA LOR, INTERPRETAREA REZULTATELOR

Pe lângă multiplele încercări care s-au făcut pentru verificarea proprietăților materialului de acoperire, s-au efectuat și două teste în două laboratoare diferite, pentru determinarea clasei de reacție la foc a materialului membranei. Incercările s-au efectuat la:

- Laboratorul Pavus din Cehia și
- Centrul Național pentru securitate la incendiu și protecție civilă din cadrul IGSU-MAI.
- Laboratorul Pavus este laboratorul de stat al Cehiei vechime de peste 50 ani, ( ca laborator de stat al Cehoslovaciei) cu o experiență corespunzătoare și cadre de cea mai înaltă calificare inițiate de prof dr.ing. Vladimir Reichel care a condus laboratorul timp de 30 ani, făcând parte din toate organismele internaționale de specialitate.
- Laboratorul Centrului IGSU are de asemenea o vastă experiență de peste 50 ani, fiind condus succesiv în trecut de cadre de mare valoare precum col .ing. Nicolau Marius, col. ing. Nichituș Constantin, col. ing. Marinescu, dr col. Calotă Sorin. Laboratorul a pus în funcțiune cu 4 ani în urmă instalația S.B.I., principala aparatură pentru determinarea clasei de reacție la foc.
- Cele două laboratoare au testat eșantioane din materialul membranei PVC/PES B 4618 și 4617 cu denumirea de Duraskin

**Rezultatele sunt diferite: laboratorul Pavus le încadrează în clasa C-s3,d2 iar laboratorul IGSU le încadrează C-s3d0**

Se constată în primul rând că materialul nu intră în clasa B așa cum este cerut în caietul de sarcini (cerință incompletă, așa cum s-a arătat deoarece nu specifică nivelul emisiei de fum (s) și cel de picături arzânde (d) ci intra într-o clasă inferioară, C

În al doilea rând, cele două laboratoare dau rezultate **diametral opuse** în ceea ce privește picăturile aprinse: IGSU le clasează „d0” adică fără nicio picătură aprinsă, iar Pavus le clasifică în „d2” adică în cea mai periculoasă clasă! Trebuie menționat că încadrarea Pavus din Cehia ar conduce la concluzia că dacă azi ar mai fi valabile clasele de combustibilitate, materialul s-ar fi încadrat în clasa C4, adică ar fi incompatibil cu destinația de acoperire a stadionului. Rezultatul IGSU pe de altă parte ar fi echivalat cu vechea



clasă de combustibilitate C2 (combustibilă cu ardere lentă, dar nu cu autostingere (fosta C1) cum afirmă consultantul Dirk P. Emmer.

Clasificarea în clase de reacție la foc pune în evidență contribuția la ardere, la incendiu, a materialelor respective: cele din clasa A nu contribuie deloc la ardere, cele din clasele B, apoi C, din D, etc. contribuția la incendiu a produsului respectiv este mai mare. Ambele laboratoare precum și Acordul tehnic încadrează produsul în clasa C. Un material din clasa C are o contribuție ceva mai mare la dezvoltarea și amploarea incendiului decât un produs din clasa B.. Dată fiind destinația – partea de mijloc a arenei, **consider că încadrarea în clasa C este acceptabilă**

Fumul degajat la ardere are mai puțină importanță în cazul unui stadion deschis, pentru că fumul fiind cald este mai ușor decât aerul și se dispersează în sus (la încăperi este însă principalul element letal)

Picăturile arzânde desprinse pe timpul arderii materialului cad pe elementele combustibile; membrana acoperă însă numai terenul de joc, așa că pe teren nu sunt practic obiecte combustibile în afara cazului când este vorba de o manifestare de altă natură – (spectacol) caz în care este necesară o expertiză și un scenariu special pentru evenimentul respectiv). Asadar sufixul „d” – drops – are trei trepte d0, d1 și d2. Testul IGSU indică d0 adică fără picături arzânde, pe câtă vreme testul Pavus indică d2 adică maximum de picături arzânde. Mentionăm că aparent, scriptic, rezultatele par apropiate, dar conform sistemului de clasificare ele sunt în realitate diametral opuse. Se pune întrebarea dacă cele două laboratoare au testat același produs, cum este posibil să se obțină rezultate atât de diferite ? Mai există posibilitatea ca cele două laboratoare (sau unul din ele) să nu-si fi însușit încă perfect metodologia de testare. Dar între cele două teste există și o altă diferență: Testul din Cehia s-a efectuat pentru obținerea acordului tehnic, la o dată mult anterioară testului IGSU – 2009 față de 2012, deci s-ar putea ca între timp să existe diferențe între cele două materiale; despre testul laboratorului IGSU se știe că a fost făcut chiar pe probe din materialul utilizat efectiv la stadion, de la firma Verseidag Indulex pe materiale **Duraskin type II și Durraskin type IV**, pe câtă vreme despre testul efectuat de Pavus în Cehia nu se cunoaște de la ce firmă au fost prezentate probele, și doar că avea denumirea de **Duraskin B**. Se observă că există diferențe și la denumire, așadar materialele erau oarecum diferite. Concluzia se



prefigurează dela sine: **luarea în considerare a testului IGSU**, care este clar efectuat pe materialul în cauză.

## 6. COMPORTAREA IN TIMP A MATERIALULUI

Nu trebuie neglijată comportarea în timp a materialului din punct de vedere al comportării la foc. Un material care nu este incombustibil prin natura sa, ci a suferit un tratament chimic aditiv sau reactiv sau prin peliculizare, își poate pierde treptat în timp calitățile testate inițial; se poate foarte bine ca aceste calități să fie păstrate nealterate; în orice caz este necesar ca în caietul de mentenanță să fie prevăzute retestări de ex. la câte 5 ani făcute pe eșantioane care au fost supuse condițiilor din operă (nu păstrate în sertar). Legislația românească prevede că experimentele se pot face în vederea determinării în **orice stadiu** a stării tehnice a construcției...(H.G. 925/1995).

## 7 ACTIUNEA FOCULUI ASUPRA STRUCTURII METALICE DE SUPT

În caz de incendiu la nivelul copertinei din membrană Duraskin se pune problema efectului arderii membranei asupra sistemului metalic de susținere a membranei de acoperire. Sistemul de susținere și de desfacere sau strângere a copertinei a fost prezentat în capitolul 2. Pentru a evalua efectul unui eventual incendiu asupra sistemului de susținere – desfacere și pliere a membranei este necesară o scurtă prezentare a proprietăților și comportării oțelului de diferite calități la acțiunea focului:

În conformitate cu Eurocodul 0 „Bazele calculului structurilor” (SR EN 1990) incendiul este considerat ca o acțiune supra structurii construcției și anume o acțiune extraordinară, ca și seismul. Modul de în care această acțiune solicită structura, este precizat în Eurocodul 1-foc (SR EN 1991-1-2): curba convențională (standard) de solicitare termică este data de relația

$$\theta_g - 20 = 345 \log_{10} (8t + 1)$$

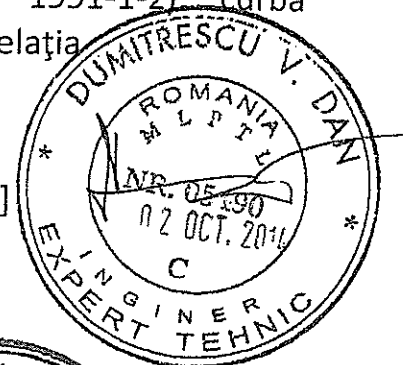
unde

$\theta_g$  = temperatura gazelor din compartimentul incendiat  
t = timpul

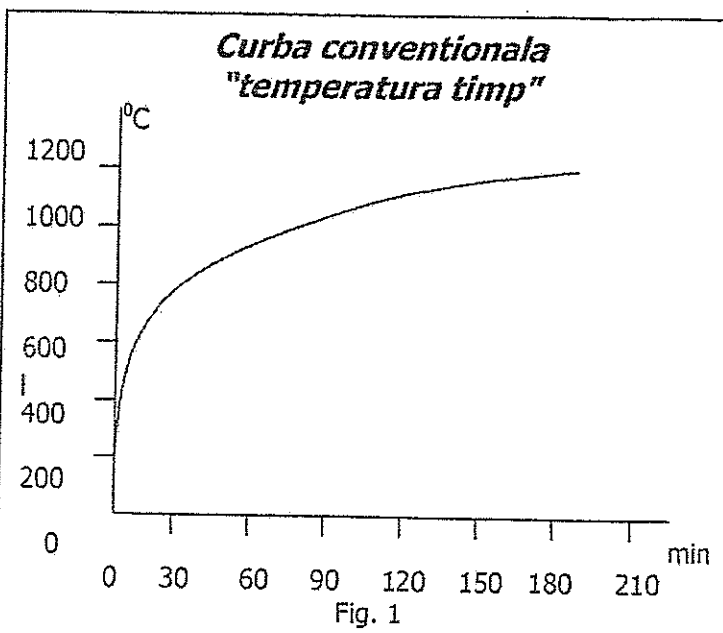
[°C]

[min]

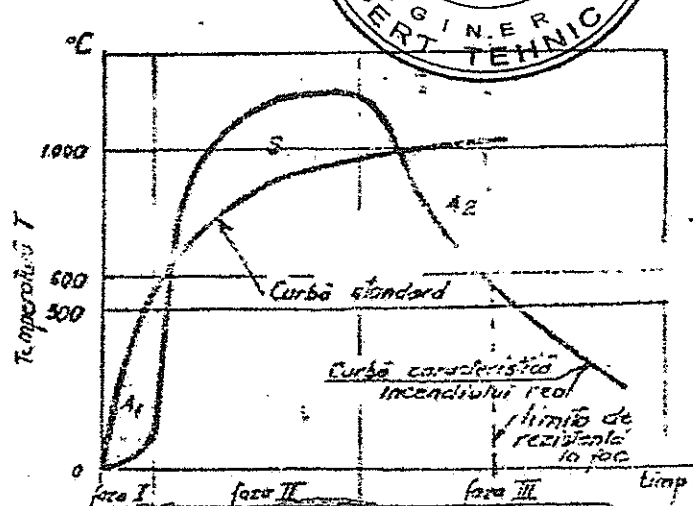
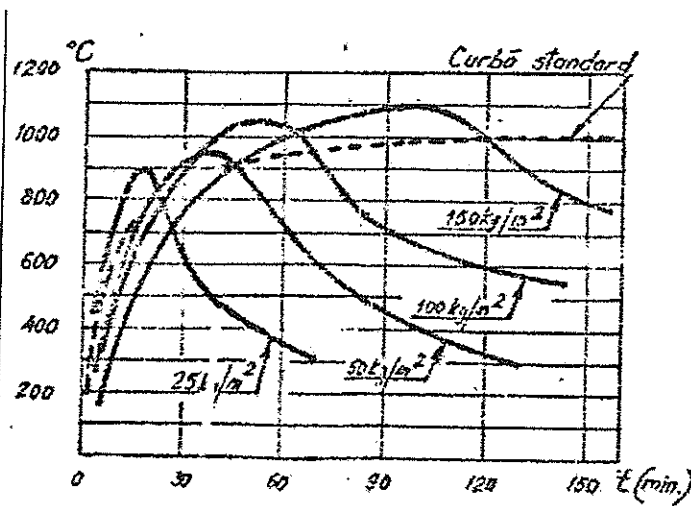
Curba standard reprezintă solicitarea termică dintr-un compartiment în care s-a depășit deja momentul de flash-over, adică de incendiu generalizat.



Timp (min)	Temperatura (°C)
0	20
15	739
30	842
45	902
60	945
75	979
90	1006
105	1029
120	1049
135	1067
150	1082
165	1097
180	1110
195	1122
210	1133
225	1143
240	1153

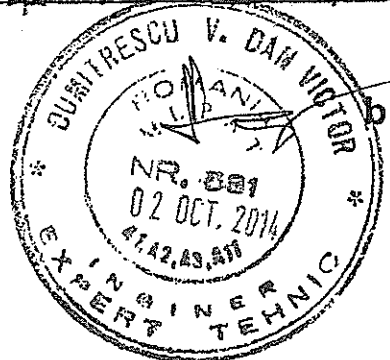


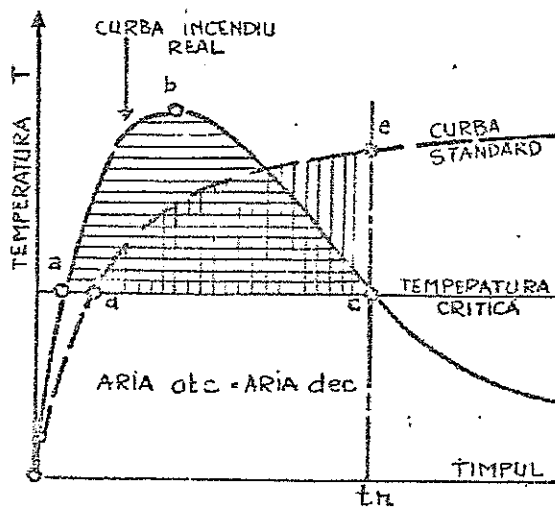
In realitate, sarcina termică mai mare sau mai mică din incinta incendiată, dă naștere la incendii caracterizate prin curbe de temperatură - timp afine între ele dar diferite din punct de vedere al amplitudinilor și al timpului, definite prin valoarea sarcinii termice (Fig. 2 a). Pentru fiecare curbă din familia de curbe (Fig. 2 b), cantitatea totală de căldură degajată de un incendiu real complet generalizat este echivalentă cu cantitatea totală de căldură reprezentată de curba standard pentru durata de timp a incendiului real.



a

Fig. 2





Cu alte cuvinte, integrala curbei standard reprezintă înfășurătoarea integralelor curbelor reale de temperatură-timp ale incendiilor caracteristice ale diverselor densități de sarcină termică, în incinte unde s-a ajuns la incendiul generalizat de după flash-over, neglijându-se zona temperaturilor până la temperatura critică

Eurocodul SR EN 1991-1-2 stabilește o curbă diferită de cea prezentată anterior, curba pentru „**incendiul exterior**”, curbă în care nu se ajunge la flash-over, curbă ce este luată în considerare în cazul stadionului Lia Manoliu (Arena Națională)

$$\theta_g = 660 ( 1 - 0.687 e^{-0.32 t} - 0.313 e^{-3.8 t} ) + 20$$

$\theta_g$  este temperatura gazelor lângă element

$t$  este timpul

[°C]



Eurocodul 3-foc (SR EN 1993-1-2) stabilește proprietățile fizice la temperaturi înalte proprii unui incendiu ale diverselor tipuri de oțeluri utilizate în construcții:

### Proprietățile de rezistență și deformație

Eurocodul stabilește că în calcul, pentru viteze de încălzire ale oțelului ca urmare a solicitării din incendiu, cuprinse între 2°C/minut și 50°C/minut, toate proprietățile de rezistență și de deformație ale oțelului carbon obișnuit la temperaturi ridicate, se determină din curba tensiune - deformație prezentată în figura 1

După cum se cunoaște, dinamica de creștere a temperaturii într-o incintă incendiată este exponențială în momentul atingerii fenomenului de flash-over. De aceea se limitează valabilitatea valorilor proprietăților fizice la o viteză de creștere a temperaturii în structura de oțel la 50°C/minut, dar la stadion membrana nu se află în incintă încisă ci în aer liber.

Măsurătorile temperaturii oțelului la zecile de experimentări la foc efectuate în decursul timpului pe structuri metalice au arătat că niciodată nu s-a depășit viteza de creștere a temperaturii în structură de 50°C/minut.

Relația prezentată în figura 1 se utilizează pentru determinarea rezistenței la întindere, a rezistenței la compresiune, la încovoiere sau la forfecare a oțelului





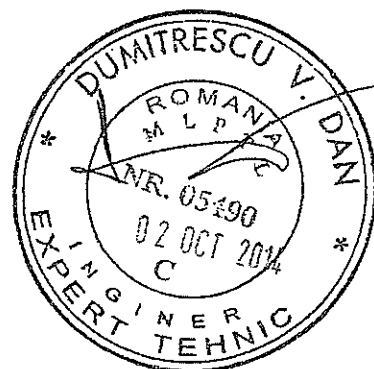
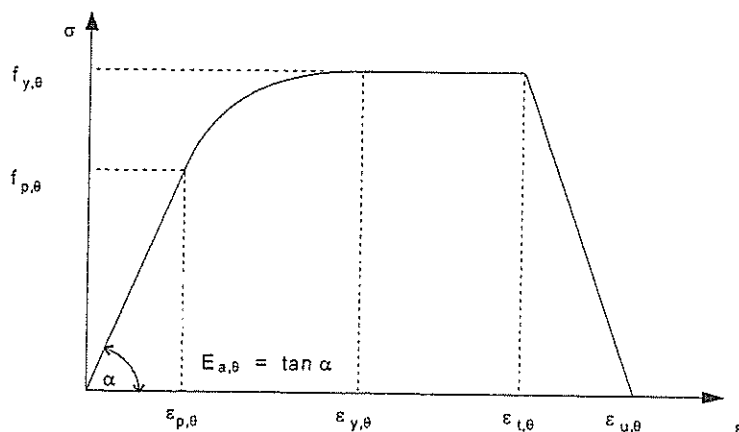


Fig.1

în care  $f_{y,\theta}$  este limita de curgere efectivă;  
 $f_{p,\theta}$  este limita de proporționalitate;  
- liniar;  $E_{a,\theta}$  este modulul de elasticitate longitudinal în domeniului elastic  
 $\varepsilon_{p,\theta}$  este deformația corespunzătoare limitei de proporționalitate;  
 $\varepsilon_{y,\theta}$  deformația corespunzătoare limitei de curgere;  
 $\varepsilon_{t,\theta}$  deformația limită pentru palierul de curgere;  
 $\varepsilon_{u,\theta}$  deformația ultimă.

Intervalul deformației	Tensiune $\sigma$	Modul tangent
$\varepsilon \leq \varepsilon_{p,\theta}$	$\varepsilon E_{a,\theta}$	$E_{a,\theta}$
$\varepsilon_{p,\theta} < \varepsilon < \varepsilon_{y,\theta}$	$f_{p,\theta} - c + (b/a) [a^2 - (\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon)^2]^{0.5}$	$\frac{b(\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon)}{a [a^2 - (\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon)^2]^{0.5}}$
$\varepsilon_{y,\theta} \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{t,\theta}$	$f_{y,\theta}$	0
$\varepsilon_{t,\theta} < \varepsilon < \varepsilon_{u,\theta}$	$f_{y,\theta} [1 - (\varepsilon - \varepsilon_{t,\theta}) / (\varepsilon_{u,\theta} - \varepsilon_{t,\theta})]$	-
$\varepsilon = \varepsilon_{u,\theta}$	0,00	-
Parametri	$\varepsilon_{p,\theta} = f_{p,\theta} / E_{a,\theta}$ $\varepsilon_{y,\theta} = 0,02$	$\varepsilon_{t,\theta} = 0,15$ $\varepsilon_{u,\theta} = 0,20$
Funcții	$a^2 = (\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon_{p,\theta})(\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon_{p,\theta} + c / E_{a,\theta})$ $b^2 = c(\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon_{p,\theta})E_{a,\theta} + c^2$ $c = \frac{(f_{y,\theta} - f_{p,\theta})^2}{(\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon_{p,\theta})E_{a,\theta} - 2(f_{y,\theta} - f_{p,\theta})}$	



În tabelul următor sunt prezentate valori ale factorilor de reducere față de mărimile caracteristice la 20 °C pentru curba tensiune – deformație la temperaturi ridicate din figura 1. (extras)

Temperatura oțelului $\theta_a$ [°C]	Factorii de reducere la temperatura $\theta_a$ în funcție de valorile $f_y$ sau $E_a$ la 20 °C		
	Factor de reducere (în funcție de $f_y$ ) pentru limita de curgere efectivă $k_{y,\theta} = f_{y,\theta} / f_y$	Factor de reducere (în funcție de $f_y$ ) pentru limita de proporționalitate $k_{p,\theta} = f_{p,\theta} / f_y$	Factor de reducere (în funcție de $E_a$ ) pentru panta domeniului elastic liniar $k_{E,\theta} = E_{a,\theta} / E_a$
20	1,000	1,000	1,000
200	1,000	0,807	0,900
300	1,000	0,613	0,800
400	1,000	0,420	0,700
500	0,780	0,360	0,600
600	0,470	0,180	0,310
1200	0,000	0,0000	0,0000

Factorii de reducere se definesc după cum urmează:

- limita de curgere efectivă, este raportată la limita de curgere dela 20 °C:  
 $k_{y,\theta} = f_{y,\theta} / f_y$
- limita de proporționalitate, este raportată tot la limita de curgere dela 20 °C:  
 $k_{p,\theta} = f_{p,\theta} / f_y$
- modulul de elasticitate longitudinal, este raportat la modulul de elasticitate dela 20 °C:  
 $k_{E,\theta} = E_{a,\theta} / E_a$

Variația factorilor de reducere funcție de temperatură este redată în figura 2.

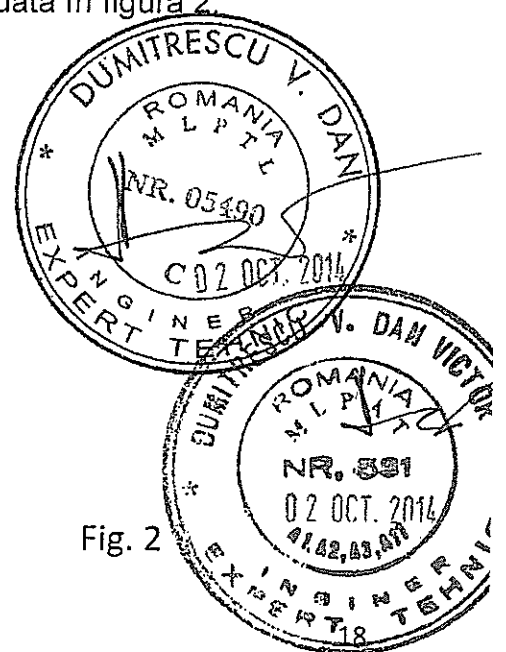
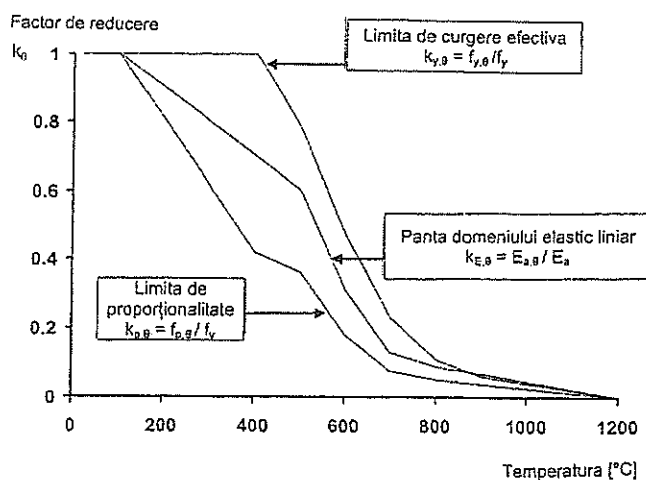


Fig. 2

Alternativ, pentru temperaturi de până la 400 °C, relația tensiune – deformație poate fi extinsă prin considerarea ecrusării, conform anexei A, cu condiția să nu se producă ruina prematură a elementului, prin voalarea locală a pereților secțiunii transversale, sau prin flambaj general.

**Densitatea oțelului**  $\rho_a$  poate fi considerată independentă de temperatura oțelului și anume având următoarea valoare:

$$\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$$

**Alungirea relativă termică a oțelului carbon**  $\Delta l/l$  se determină astfel:

- pentru  $20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 750^\circ\text{C}$ :  $\Delta l/l = 1,2 \times 10^{-5} \theta_a + 0,4 \times 10^{-8} \theta_a^2 - 2,416 \times 10^{-4}$  ---
- pentru  $750^\circ\text{C} \leq \theta_a \leq 860^\circ\text{C}$ :  $\Delta l/l = 1,1 \times 10^{-2}$  (3.1b)
- pentru  $860^\circ\text{C} < \theta_a \leq 1200^\circ\text{C}$ :  $\Delta l/l = 2 \times 10^{-5} \theta_a - 6,2 \times 10^{-3}$  (3.1c)

unde:  $l$  este lungimea elementului la 20 °C;  
 $\Delta l$  este alungirea datorată temperaturii;  
 $\theta_a$  este temperatura oțelului [°C].

Variația alungirii relative termice funcție de temperatură este prezentată în figura 3

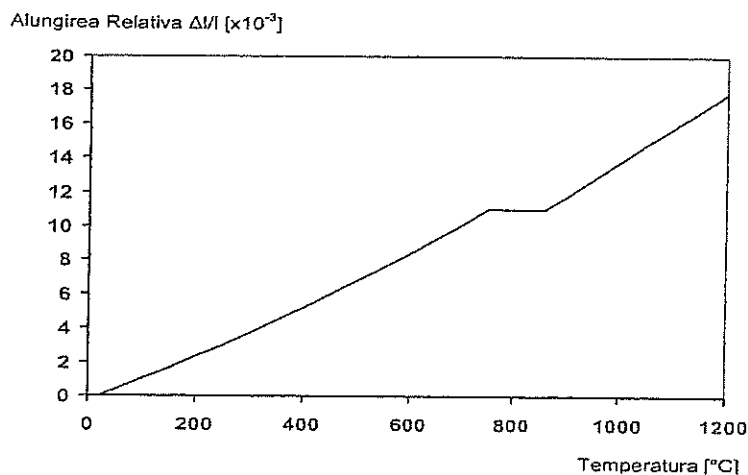
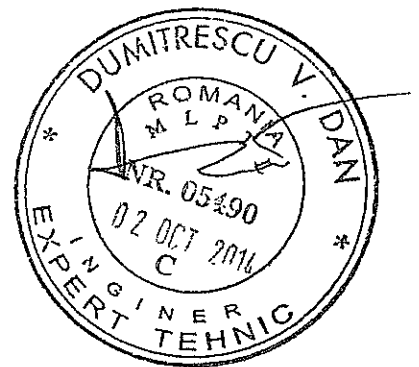


Fig. 3



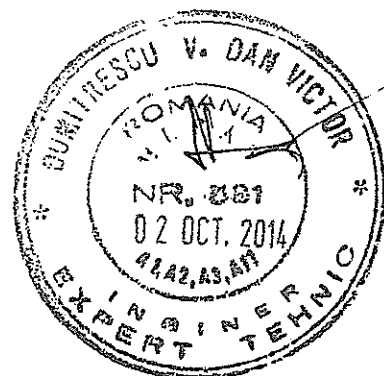
De fapt, relația  $\sigma$ - $\epsilon$  trebuie împărțită în două categorii de date experimentale care au condus la reprezentarea simplificată din Fig. 3 și anume cele obținute în regim constant și respectiv în regim variabil.

**Căldura specifică** a oțelului  $c_a$  se determină după cum urmează

- pentru  $20^\circ\text{C} \leq \theta_a < 600^\circ\text{C}$ :

$$c_a = 425 + 7,73 \times 10^{-1} \theta_a - 1,69 \times 10^{-3} \theta_a^2 + 2,22 \times 10^{-6} \theta_a^3 \text{ J/kgK}$$

- pentru  $600^\circ\text{C} \leq \theta_a < 735^\circ\text{C}$ :



- pentru  $735\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \theta_a < 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ :  $c_a = 545 + \frac{17820}{\theta_a - 731} \text{ J/kgK}$
- pentru  $900\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \theta_a \leq 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ :  $c_a = 650 \text{ J/kgK}$

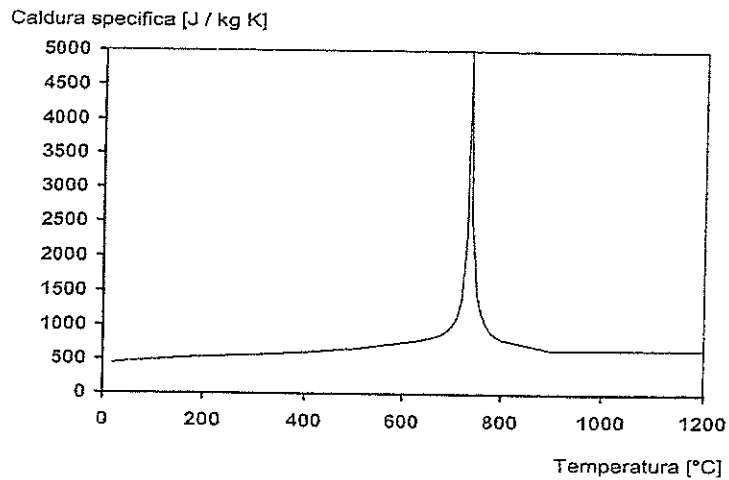


Fig.4 - Căldura specifică a oțelului carbon în funcție de temperatură

**Conductivitatea termică** a oțelului  $\lambda_a$  se determină după cum

- urmează: pentru  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \theta_a < 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ :  $\lambda_a = 54 - 3,33 \times 10^{-2} \theta_a \text{ W/mK}$   
 - pentru  $800\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \theta_a \leq 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ :  $\lambda_a = 27,3 \text{ W/mK}$  unde:

$\theta_a$  este temperatura oțelului [ $^{\circ}\text{C}$ ].

S-a arătat că pentru intervalul de temperatură dintre  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  și  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$ , alungirea din dilatarea unei bare de oțel este:

$$\frac{\Delta l}{l} = 1,2 \times 10^{-5} \theta_a + 0,4 \times 10^{-8} \theta_a^2 - 2,416 \times 10^{-4} \text{ unde:}$$

$l$  este lungimea elementului la  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

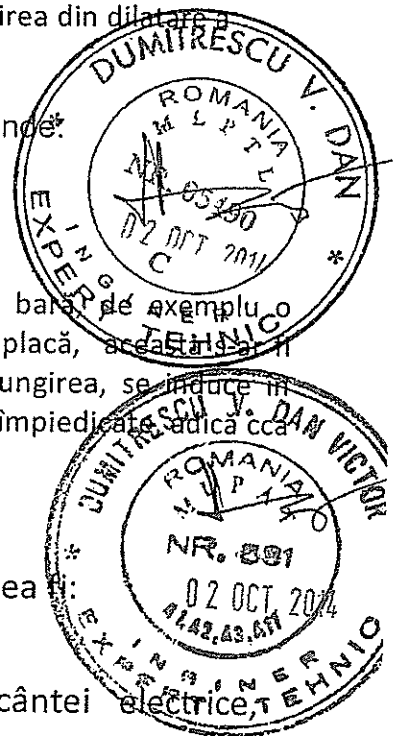
$\Delta l$  este alungirea datorată temperaturii;

$\theta_a$  este temperatura oțelului [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Rezultă că pentru o temperatură ambiantă de  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , un tirant sau o bară de exemplu o contravântuire la care temperatura în oțel a atins  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  pe cca 1 m sub placă, această bară alungit cu cca 0,2 cm. Dacă structura este hiperstatică, se împiedică alungirea, se induce în element, cât și în nodul rezistent o compresiune corespunzătoare alungirii împiedicate adică cca  $400 \text{ kgf/cm}^2$ , creștere ne semnificativă.

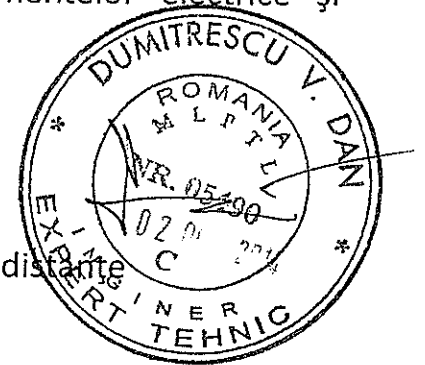
**Scenarii de aprindere.** Cauzele potențiale de aprindere ar putea fi:

- surse de aprindere cu flacăra (flacăra deschisă);
- surse de aprindere de natură electrică (arcuri și scântei electrice, scurtcircuite la sistemele de acționare);
- surse de aprindere de natura termică (obiecte supraîncălzite, căldură degajată de aparate termice, efect termic al curentului electric);
- surse de aprindere naturale (căldura solară, trasnet).



În corelare cu sursele posibile de inițiere a unui incendiu - prezentate mai sus - condițiile sau împrejurările care pot conduce la amorsarea unor incendii, sunt cauzate de regulă datorită nerespectării măsurilor de lucru specifice, care în principiu se referă la:

- executarea de lucrări cu foc deschis, fără respectarea regulilor și măsurilor specifice prevenirii și stingerii incendiilor
- utilizarea și exploatarea instalațiilor și echipamentelor cu defecțiuni sau improvizații de către personal necalificat;
- suplimentarea receptorilor electrici care să conducă la suprasolicitarea instalațiilor electrice;
- neasigurarea dispozitivelor de protecție a circuitelor electrice (cabluri, conducte) împotriva supracurenților (suprasarcină, scurtcircuit);
- lăsarea în funcțiune, nesupravegheate, a echipamentelor electrice și electronice;
- fumatul în locuri interzise;
- defecțiuni tehnice de exploatare;
- nereguli organizatorice;
- trasnet și alte fenomene naturale;
- vântul puternic poate aduce obiecte arzânde de la mari distanțe
- acțiune intenționată (arson)
- petarde.



În raport de natura activităților desfășurate și de factorii determinanți prezenți, precum și în funcție de valoarea densității sarcinii termice rezultată din calcul, există un risc – minor – dar există, de aprindere a membranei.

**Densitatea sarcinii termice:** conform proiectului, membrana are o greutate de cca 2 kg / m<sup>2</sup>. Determinarea densității sarcinii termice s-a efectuat conform STAS 10903, având ca bază cantitățile și sortimentarea materialelor (substanțelor) combustibile (inflamabile) existente, astfel:

$$q_i = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \times Q_{ii}}{A_s};$$



unde,

$q_i$  = densitatea sarcinii termice ( MJ/m<sup>2</sup> );

$m_i$  = masa materialului ( kg );

$Q_{ii}$  = puterea calorifică inferioară ( MJ/kg );

$A_s$  = aria spațiului luat în considerare :  $A_s = 1,00 \text{ m}^2$

masele și puterile calorifice inferioare ale materialelor combustibile.

- textile specifice membranei:  $1 \text{ m}^2 = 2 \text{ kg}$ ;  $Q_{i3} = 16,75 \text{ MJ/kg}$ .

- sarcina termică:

$$S_Q = 2,00 \times 16,75 = 35,50 \text{ MJ}$$

densitatea sarcinii termice:  $q_s = S_Q / A_s = 35,50 / 1,00 = 35,50 \text{ MJ/m}^2$  (extrem de mică) ca urmare membrana desfăcută pentru acoperire se încadrează în nivelul de *risc mic de incendiu*

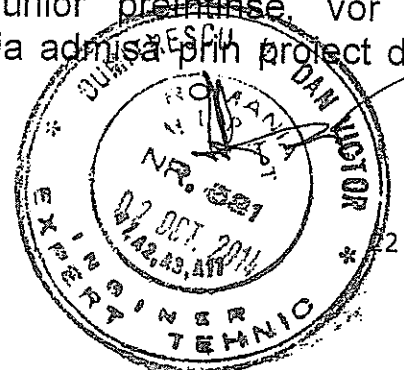
În schimb în situația membranei strânse în „depozitul membranei”, situat în nodul central, densitatea sarcinii termice devine raportul dintre totalitatea membranei și aria depozitului membranei, adică peste cei  $1780 \text{ MJ/m}^2$  ceea ce înseamnă – pentru cubul central risc mare de incendiu. De aceea cubul central este echipat cu instalație de sprinklere care conferă siguranța la foc a acestuia

Dacă analizăm temperaturile ce se pot dezvolta în cazul arderii membranei, reținem faptul că membrana se află deasupra sistemului de cabluri de susținere și manevrare și ca urmare aprinderea locală nu transmite aproape deloc căldură care să ducă la ridicarea temperaturii structurii metalice.

În cazul propagării focului pe membrană, aceasta poate ajunge parțial și sub încrengătura metalică.

Densitatea sarcinii termice de numai  $35,50 \text{ MJ/m}^2$  face ca temperatura elementelor de oțel să crească puțin local. Această creștere este – în condițiile situării membranei în aer liber și a curenților ascendenți, de ordinul a câteva zeci de grade, în orice caz **fără să se poată atinge temperatura de  $200^\circ\text{C}$** , temperatură la care – conform proprietăților oțelului prezentate anterior, începe o oarecare modificare.

Limita de curgere, cea de proporționalitate, modulul de elasticitate, alungirea datorată temperaturii, relaxarea cablurilor preîntinse, vor fi neesențiale și în orice caz sub deformația deja admisă prin proiect de cca  $1,5 \text{ m}$  săgeată din vânt/zăpadă.



Rezulta că arderea membranei nu afectează structura metalică de susținere

## 8 CONCLUZII

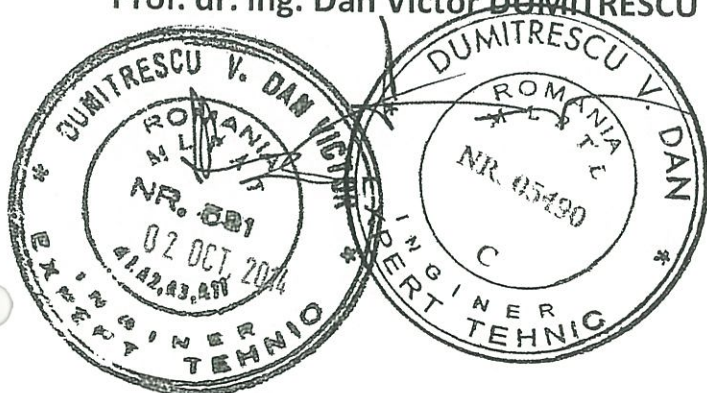
Urmare a celor analizate, raportul de expertiză are următoarele concluzii:

- Construcția stadionului Lia Manoliu cuprinzând și membrana de acoperire, poate fi recepționată
- Se acceptă clasificarea membranei în clasa C-s3,d0 în loc de B-s3,d0,.
- Arderea membranei nu afectează structura metalică de susținere

ÎNTOCMIT,

Expert tehnic atestat pentru cerința de calitate Cc+Ci – securitate la incendiu, și pentru cerința de calitate A1, A2, A3, A11 – rezistență și stabilitate,

Prof. dr. ing. Dan Victor DUMITRESCU



Anexe:

**COMPLETARE LA RAPORTUL DE  
EXPERTIZĂ TEHNICĂ PRIVIND  
ACOPERIREA STADIONULUI  
LIA MANOLIU – ARENA NAȚIONALĂ**

Ca urmare a Sedinței comune a reprezentanților Primăriei capitalei, a IGSU, a MDRT, cu participarea autorului expertizei tehnice privind acoperirea stadionului, subsemnatului prof.univ.asoc.dr.ing. Dan Victor Dumitrescu, prezint acum în februarie 2016 următoarele completări la expertiza tehnică efectuată în 2014 privind acoperirea stadionului “Lia Manoliu” – arena națională:

**1. Reconfirm în totalitate concluziile raportului de expertiză din 2014; reproduc:**

*„Membrana alcătuită din cele două tipuri de materiale Duraskin PVC/PES pânză Type II și respectiv Duraskin PVC/PES pânză Type IV, corespunde nivelului de performanță admis în ceea ce privește caracteristicile de reacție la foc prevăzute în proiect și utilizării din punct de vedere al securității la incendiu, la acoperirea Stadionul Lia Manoliu și nu prezintă, chiar în caz de aprindere, risc pentru utilizatorii acestuia.*

*Arderea membranei nu afectează structura metalică de susținere și prezintă și în această situație siguranță pentru utilizatori”*

**2. B sau C ?**

Reiau succint realitatea internațională din perioada 2004–2010 în care s-a făcut trecerea dificilă de la noțiunea și clasificarea de **combustibilitate** bazată pe teste empirice diferite de la o țară la alta, la clasificarea **reacției la foc**, criteriu științific și complex, unicat pe plan mondial (U.E. și I.S.O):

- Inițial combustibilitatea avea la vremea aceea în România 5 clase C0, C1, C2, C3, și C4; în Franța tot 5 clase M0, M1, M2, M3, și M4, în Marea Britanie tot 5 clase dar toate empirice și diferite între ele; clasificarea de combustibilitate în Germania avea tot 5 clase: A1, A2, B1, B2, B3 (tot empirice și cu alte teste)

- Introducerea reacției la foc s-a făcut pe baza unor ample cercetări științifice efectuate în S.U.A., Olanda, Japonia, România, Marea Britanie și



Belgia cu precizarea (astăzi) că Germania nu a făcut parte din programul inițial

- Se observă că singura țară în care notațiile vechi de combustibilitate și cele noi de reacție la foc se confundă este Germania

- Germania a continuat ani de zile să folosească tot clasele de combustibilitate din DIN 4102, inclusiv în perioada proiectării stadionului (vezi pag. 44 din caietul de sarcini „*Materialul de acoperire trebuie să fie ignifug și să se încadreze în clasa B1 conform DIN 4102 (să nu formeze picături la ardere)*”

- Atât în Germania cât și în România arhitecții consideră – încă – problemele legate de comportarea la incendiu un apanaj al specialiștilor în acest domeniu interdisciplinar; altfel cum s-ar explica un caiet de sarcini de 63 pag în care se găsește o singură frază, cea de la pag 44 reprodușă mai sus

- Acest lucru se explică și prin faptul că proiectantul român, IPROLAM, este specializat pe structuri metalice și are cei mai buni specialiști în domeniu, dr.ing Helmuth Köber și ing. Nicolae Ghiță fiind chiar cei care și-au însușit proiectul german. În trecut, IPROLAM apela la specialiști din afara institutului pentru probleme de securitate la incendiu. Proiectul german nu avea de asemenea decât foarte succinte referiri la condițiile de comportare la foc; ca exemplu, dacă pentru acoperirea terenului de joc apare fraza de la pag 44, în schimb pentru materialul fix de acoperire a tribunelor nu apare **nimic** despre condiții de reacție la foc, în schimb pagini întregi (pag.54 – 58) cu condiții privind încărcarea din zăpadă, din vânt – presiune și secțiune – deformații, dilatări., grindină, infiltrații de apă, etanșări, fabricație, izolări, decupare, găurire, îndoire etc, repet **nimic** despre condiții de reacție la foc.

Ca o concluzie parțială rezultă că problema comportării la foc nu este suficient tratată în proiect. Asta înseamnă că specialiștii români trebuie să stabilească cu competență situația reală a comportării la foc acoperirii, lucru care a fost făcut în 2014 de către Laboratorul Central al IGSU și concluzionat prin expertiza subsemnatului. **Pentru construcția atipică a unui stadion, clasificarea C-s3,d0 este corespunzătoare.**

### **3. Corespondența cu caietul de sarcini – aspectul formal**

Atâta vreme cât toată lumea constată că referirea la documentația existentă este neconcludentă, conform legislației românești se poate proceda la una sau mai multe soluții, ca de ex.:

- dispoziție de șantier pentru modificarea/precizarea clasificării completarea caietului inițial de sarcini

- completarea/modificarea proiectului
- proces verbal de recepție cu mențiunea expresă că materialul clasificat C3-s3,d0 este corespunzător caietului de sarcini modificat

#### 4. Arena națională este o construcție existentă

Dacă privim problema strict din punctul de vedere al Normativului de siguranță la foc a construcțiilor, indicativ P 118-99, acesta (la fel ca și P 118-83) prevede la art. 1.1.2 că „Prevederile prezentului normativ sunt obligatorii la construcții de orice fel și instalațiile utilitare aferente acestora -denumite în continuare "construcții" - indiferent de forma de proprietate sau destinație. La lucrările de amenajări sau schimbări de destinație a construcțiilor existente, atunci când, în mod justificat, nu pot fi îndeplinite unele prevederi ale normativului, se vor asigura prin proiect măsuri compensatorii de siguranță la foc.

#### 5. Măsuri compensatorii de siguranță la foc

Măsurile compensatorii de siguranță la foc pot fi etapizate :

măsuri imediate și măsuri ulterioare

Ca măsuri imediate propun:

- Cubul central – nodul central de depozitare a membranei retractabile, este echipat (în prezent) cu sistem complex de sprinklere. În nodul (cubul) central se va racorda la conducta de alimentare o conductă verticală care străpunge acoperișul cubului; la capătul exterior al conductei se montează o rozetă de distribuție radială care va putea fi pusă în funcțiune prin acționarea automată dar și manuală, existentă. Aceasta va uda întreaga suprafață a membranei retractabile datorită unghiului de înclinare a membranei de la centru spre conturul elicoidal . Înaintea manifestării sportive sau în timpul acesteia membrana va putea fi udată în totalitate, anulând posibilitatea arderii acesteia
- Acoperirea fixă de peste tribune (care am arătat nici nu are specificație de reacție la foc) va putea fi la rândul ei udată cu mijloace PSI din dotare, respectiv hidranții existenți. Această soluție neconvențională este fără îndoială o soluție imediată de moment.

Ca măsură ulterioară în locul udării cu hidranții se va putea monta un inel exterior circular (de fapt eliptic) care să permită udarea acoperișului fix în orice

moment. Udarea din cubul central menționată ca măsură imediată rămâne valabilă definitiv.

Reiterez măsurile care se impun și care de fapt sunt aplicate la stadion:

În eventualitatea unui început de incendiu se va întrerupe alimentarea cu energie electrică și cu gaze naturale și se va anunța telefonic:

- I.S.U., Poliția și Salvarea tel 112;
- S.C. Electrica S.A. ; - S.C. ENGIE ( gaze);

**Condițiile și recomandările** ce trebuie avute în vedere la întocmirea documentelor de organizare a apărării împotriva incendiilor aferente construcției/amenajării

Personalul permanent va fi instruit pentru a cunoaște normele ce se impun în caz de necesitate. Activitatea de prevenire și stingere a eventualelor incendii constituie sarcini de serviciu care se înscriu în fișele posturilor. Persoanele cu atribuții de conducere trebuie să asigure salarii din subordine care au stabilite prin fișele posturilor sarcini și responsabilități de apărare împotriva incendiilor, timpul și condițiile necesare desfășurării activităților aferente îndeplinirii în bune condiții a respectivei sarcini. Delegarea de competență pentru îndeplinirea prevederilor normelor de prevenire și stingere a incendiilor în exploatare, nu absolvă factorii decizionali de răspunderea ce le revine conform legii.

**Sunt obligatorii următoarele activități:**

- instruirea la angajare și instruirea periodică a personalului privind normele, regulile și măsurile specifice de prevenire și stingere a incendiilor, precum și asupra sarcinilor ce le revin din planurile de intervenție,
- participarea personalului la instruirile și exercițiile în domeniul situațiilor de urgență, stabilite potrivit legii.

În ceea ce privește documentele principale de organizare a apărării împotriva incendiilor pe durata exploatării construcției se stabilesc următoarele:

- instrucțiunile de apărare împotriva incendiilor pentru instalațiile, utilajele și aparatura utilizate în incinta clinicii se întocmesc și se actualizează ori de câte ori apar modificări care să impună acest lucru ;
- planurile de evacuare în caz de incendiu se actualizează, se utilizează și se afișează conform reglementărilor specifice,
- planurile de intervenție se întocmesc și actualizează, în situațiile reglementate sau impuse de condițiile concrete privind securitatea la incendiu,
- punerea în aplicare a planurilor de evacuare și a planurilor de intervenție este obligatorie în situațiile de urgență de incendiu, precum și la exercițiile și aplicațiile tactice de intervenție.

Se vor întocmi și afișa planurile de evacuare.

Se vor nominaliza persoanele care să coordoneze activitatea în domeniul situațiilor de urgență, și care să întocmească documentele în domeniul situațiilor de urgență, în conformitate cu cerințele din Legea 307 / 2006 , Normele Generale de apărare împotriva incendiilor nr. 163 / 2007 și Legea 481 / 2004 a protecției civile.

#### **Documentele care trebuie întocmite :**

- dispoziție pentru stabilirea modului de organizare și a responsabilităților în domeniul apărării împotriva incendiilor ;
- dispoziție pentru reglementarea lucrului cu foc deschis, și a fumatului ;
- dispoziția pentru instruirii personalului în domeniul situațiilor de urgență
- cunoașterea legislației în domeniul situațiilor de urgență ;
- reguli și măsuri de apărare împotriva incendiilor la utilizarea , manipularea , transportul și depozitarea substanțelor periculoase ;
- tematica orientativă lunară de instruire în domeniul situațiilor de urgență
- măsuri de apărare împotriva incendiilor pentru sezonul rece
- registrul de evidență exercițiilor de intervenție și evacuare ;
- graficul anual de control privind respectarea măsurilor de apărare împotriva incendiilor ;
- planul de evacuare în conformitate cu prevederile Legii 481 / 2004 ;
- evidența instalațiilor și mijloacelor p.s.i. din dotare.

Se vor asigura condițiile pentru ducerea la îndeplinire a sarcinilor și obligațiilor ce revin proprietarului și utilizatorilor potrivit cu Legea nr. 307/2006 și cu Normele generale de apărare împotriva incendiilor aprobate cu ordinul MAI nr. 163/2007.

### **6. Asumarea răspunderii cu competență și responsabilitate**

Consider că Autorizația de securitate la incendiu (conform OMAI 3/2011) nu poate fi emisă în lipsa Acordului tehnic pentru cele două sisteme de acoperire și în lipsa corespondenței dintre Acord și Caietul de sarcini. Ca urmare este imperios necesar să se treacă la modificările precizate la punctul 3 din prezenta (și/sau altele legale) care să corespundă cu situația reală a celor două sisteme de acoperire a stadionului deoarece ele **sunt corespunzătoare securității la incendiu.**

**In ceea ce privește asumarea responsabilității, în măsura în care ca expert se poate conta pe aceasta, ÎMI asum responsabilitatea funcționării stadionului cu acoperișul existent – cel retractabil și cel fix.**

**Prof.univ.asoc.dr.ing. Dan Victor Dumitrescu**

**Expert Cc+Ci și A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>11</sub> atestat**