



EVALUAREA RISCULUI – CELE MAI BUNE PRACTICI

Conferința privind riscul de securitate la incendiu și la
efracție,
Ediția a III-a

**Securitatea la incendiu în contextul fiabilității
construcțiilor**

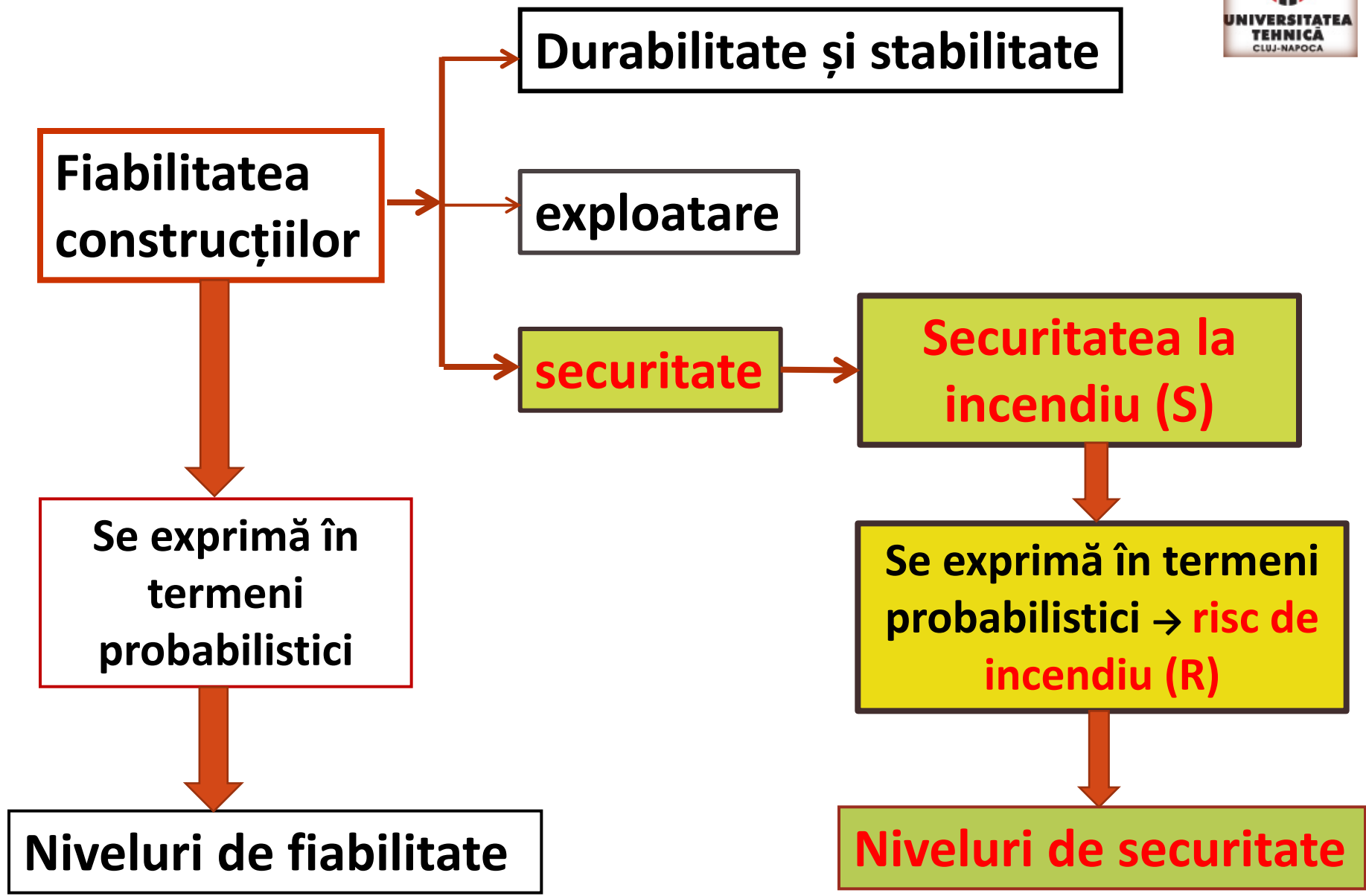
dr. ing. Ruxandra Dârmon - ARISI

Analiza structurală probabilistică

- Conform normativului SR EN 1990, o structură trebuie proiectată și executată în așa fel încât, pe durata vieții proiectate, cu **niveluri de fiabilitate adecvate** și într-un mod economic:
 - să reziste la **toate** acțiunile și influențele probabile care pot apărea în timpul execuției și utilizării, și
 - să rămână adaptată utilizării pentru care a fost proiectată inițial.

😊bs!

- **Fiabilitatea** se referă la: - **securitate**,
- **exploatare și**
- **durabilitatea unei structuri.**
- **Fiabilitatea** se exprimă, de regulă, în **termeni probabilistici**



**Fiabilitatea
construcțiilor**

Durabilitate și stabilitate

exploatare

securitate

**Securitatea la
incendiu (S)**

**Se exprimă în
termeni
probabilistici**

**Se exprimă în termeni
probabilistici → risc de
incendiu (R)**

Niveluri de fiabilitate

Niveluri de securitate

Fiabilitate și managementul fiabilității



- **Fiabilitatea** reprezintă aptitudinea unei structuri (element structural) de a îndeplini cerințele specificate, incluzând durata de viață pentru care a fost proiectată.

Fiabilitatea cerută pentru structuri în cadrul EN 1990 trebuie obținută prin:

- proiectare conform EN 1990 – EN 1999, și
- execuția adecvată
- măsuri de managementul calității.

Nivelurile de fiabilitate diferite se pot adopta, în general:

- pentru rezistență structurală
- pentru exploatare.

Legătura dintre Eurocoduri

Stabilitate structurală, exploatare și durabilitate	Acțiuni pe structuri	Reguli de proiectare și detalii	Proiectarea geotehnică și la seism
SR EN 1990 Bazele proiectării structurilor – EC0	SR EN 1991 Acțiuni pe structuri – EC1	SR EN 1992 Proiectarea structurilor din beton – EC2	SR EN 1997 Proiectarea geotehnică – EC7
		SR EN 1993 Proiectarea structurilor din otel – EC3	
		SR EN 1994 Proiectarea structurilor compozite – EC4	
		SR EN 1995 Proiectarea structurilor din lemn – EC5	SR EN 1998 Proiectarea structurilor la acțiunea seismului – EC8
		SR EN 1996 Proiectarea structurilor din zidarie – EC6	
		SR EN 1999 Proiectarea structurilor din aluminiu – EC9	

Diferențierea fiabilității

La alegerea nivelurilor de fiabilitate pentru o anumită structură, trebuie să se țină cont de factorii relevanți, cum sunt:

- **Cauzele posibile de cedare** a structurii și / sau modurile în care se atinge o stare limită;
- **Consecițele posibile ale cedării** exprimate ca:
 - *risc de accidentări,*
 - pierderi de vieți omenești,
 - pierderi economice;
- **Percepția publică a cedării** (structurale);
- **Costurile** și măsurile necesare pentru reducerea riscului de cedare.

Definirea claselor de consecințe

Clasificarea consecințelor în termeni de cedare a structurii

Pentru diferențierea fiabilității se stabilesc clase de consecințe (CC) care consideră cedarea sau defectarea structurii, conform Tabelului B1:

SR EN 1990:2004 Tabelul B1 – Definirea claselor de consecințe

Clasă de consecință	Descriere	Exemple de clădiri și lucrări de construcții ingineresti
CC3	Consecințe ridicate pentru pierderi de vieți omenești, sau consecințe economice, sociale, sau de mediu foarte mari	Tribune, clădiri civile unde consecințele cedării sunt ridicate (de exemplu o sală de concerte)
CC2	Consecințe medii pentru pierderi de vieți omenești, consecințe economice, sociale, sau de mediu considerabile	Clădiri rezidențiale sau de birouri, clădiri publice unde consecințele cedării sunt medii (de exemplu o clădire de birouri)
CC1	Consecințe reduse pentru pierderi de vieți omenești, consecințe economice, sociale, sau de mediu mici sau neglijabile	Clădiri agricole unde oamenii nu au acces în mod normal (de exemplu depozite) silozuri.

Indicele de fiabilitate β

Clase de fiabilitate (RC) asociate claselor de consecințe (CC)

SR EN 1990:2004

*Tabelul B2 – Valori minime recomandate pentru indicele de fiabilitate β
(Stări Limită Ultime)*

Clasă de fiabilitate	Valori minime pentru β	
	Perioada de referință 1 an	Perioada de referință 50 ani
RC3	5,2	4,3
RC2	4,7	3,8
RC1	4,2	3,3

Notă: *Calculul structural bazat coeficienții de siguranță indicați în EN 1990 conduce la o structură cu o valoare a indicelui de fiabilitate β mai mare decât 3,8.*

Probabilități de cedare asociate stărilor limită

Tabelul C2 – Indicele de fiabilitate vizat pentru clasa RC2 elemente structurale

Starea limită	Indicele de fiabilitate vizat	
	1 an	50 ani
Ultimă	4,7	3,8
De oboseală		1,5 până la 3,8
De exploatare (ireversibilă)	2,9	1,5

Valoarea asociată cu
 $\beta = 1,5$ (SLS, perioada
de referință de 50 ani)



Valoarea asociată cu
 $\beta = 3,8$ (SLU, perioada
de referință de 50 ani)



Probabilitate de cedare P_f	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
Indice de fiabilitate β	1,28	2,32	3,09	3,72	4,27	4,75	5,20

Stări limită
de serviciu

Stări Limită Ultime

Percepția publică a pericolului potențial (hazard)





Percepția publică a pericolului potențial (hazard)



Percepția riscului este o apreciere subiectivă, despre caracteristicile și severitatea unui pericol potențial.



Chauncy Starr a arătat ca nu doar probabilitățile și consecințele sunt importante în aprecierea riscului. Dacă există beneficii și riscul este voluntar, acesta e mai ușor acceptat.



Hazard = pericol potențial

Risc = probabilitate sau frecvența unui hazard

Risc acceptabil și risc tolerat

Toleranța la risc se referă la disponibilitatea fiecăruia de a trăi într-o situație de risc, în schimbul anumitor **beneficii** și având încrederea ca **riscul poate fi controlat** în mod corespunzător.

Factori cheie în acceptarea riscului

- Beneficiile câștigate în urma asumării unui risc
- Gradul de control asupra riscului – șofer sau pasager
- Aversiunea pentru risc - o catastrofă este mai defavorabilă decât mai multe accidente minore
- Timpul după care este resimțit efectul riscului – efect imediat sau întârziat
- Intervalul de timp după care este “conștientizat” riscul
- Gradul de noutate al riscului – nou, necunoscut vs. vechi, cunoscut
- Dimensiunea globală vs locală a efectelor
- Voluntar (condusul mașinii) vs involuntar (accidente nucleare).

Riscuri acceptate datorită expunerii la diverse pericole

Tipul hazardului	Risc ($\times 10^{-6}$ pe an)	Hazard (pericol de pierderea vieții)	Risc ($\times 10^{-6}$ pe an)
Hazard structural		Ocupații (UK)	
Cedare structurală (UK)	0,14	Industria chimică	85
Incendii de clădiri	4	Industria navala	105
		Industrii construcții	180
		Transport feroviar	210
		Mine (nu extractie cărbuni)	1650
Hazard natural (US)		Sporturi (US)	
Tornade (1953-1971)	0,4	Speologie (1970-1978)	45
Descărcări electrice (1969)	0,5	Scufundări (1970-1978)	420
Cutremure (California)	2	Parașutism (1978)	1900
Accidente generale (US 1969)		Toate cauzele (UK 1977)	
Otrăvire	20	Întreaga populație	12000
Incendii și arsuri	40	Femei (30 ani)	600
Căderi	90	Femei (60 ani)	10000
Accidente rutiere	300	Bărbați (60 ani)	20000

Definiția riscului conform ISO

Risc = combinația dintre **probabilitatea** producerii unei daune și **severitatea** acelei daune.



ISO,2009

Risc = efectul incertitudinii asupra obiectivelor

Nota 1 Un efect reprezintă o deviație de la ceea ce se așteaptă –**pozitiv** sau **negativ**.

Nota 2 Obiectivele pot avea diferite aspecte (financiare, sănătate, securitate sau protecția mediului) și se pot aplica la diferite niveluri (strategic, la nivelul organizației, a proiectului, a produsului, a procesului)

Nota 3 Riscul e adesea caracterizat prin referire la evenimente și consecințe potențiale și/sau combinații ale lor.

Nota 4 **Riscul** e adesea exprimat în termeni de **combinație a consecințelor** unui eveniment (inclusiv schimbări ale circumstanțelor) și **a probabilității asociate** de a se produce.

Nota 5 **Incertitudinea** este starea, chiar și parțială, de deficiență a informației, relativ la înțelegerea și cunoașterea unui eveniment, a consecințelor sau a probabilității lui.

Estimarea riscului de incendiu

Risc de incendiu = probabilitate sau frecvența producerii incendiului

 **Probabilitate**

Estimare = De câte ori s-a produs un incendiu / De câte ori se putea produce

 **Frecvență**

Estimare = De câte ori s-a produs un incendiu / Unitatea de timp

Criteria de evaluare a riscului aplicate în industrie



- Matricea riscului
- Risc individual
- Risc social
- ALARP
- Analiza cost-beneficiu

**Aplicabile si in
cazul riscului
de incendiu?**

• Matricea riscului

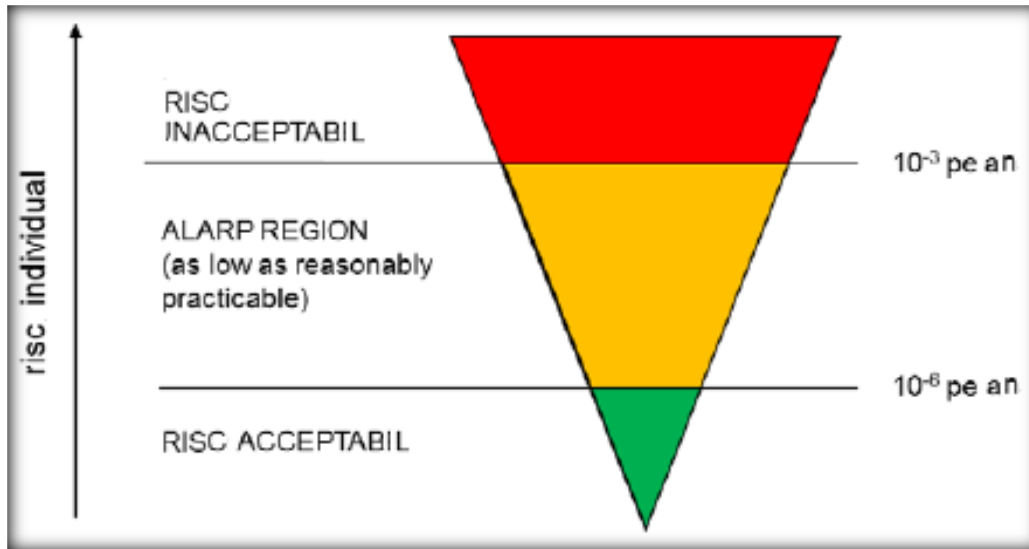
Consecinte (severitate)	Probabilitatea ca scenariul sa se intample (frecventa)					
	Foarte putin probabil	Putin probabil	Posibl	Destul de posibil	Probabil	Foarte probabil
Extrem de reduse						
Foarte reduse						
Reduse						
Moderate						
Grave						
Foarte grave						

Niveluri de **consecinte** asociate pierderilor estimate

Descriere calitativa	Valoare asociata pierderea proprietatii (650 £)	Impactul asupra persoanelor
Extrem de reduse	0...3,25	fara victime sau accidentari
Foarte reduse	3,25...13	fara victime sau accidentari
Reduse	13...65	fara victime, accidente minore
Moderate	65...650	fara victime, accidente serioase
Ridicate	650...6500	numar mic de victime si accidentari
Foarte ridicate	> 6500	multiple victime si accidentari

Nivel probabilitate	Valoare asociata	Probabilitatea scenariului
Extrem de redusa	0,0.....0,02	Foarte putin probabil
Foarte redusa	0,02....0,04	Putin probabil
Redusa	0,04....0,1	Posibil
Moderata	0,1....0,3	Destul de posibil
Ridicata	0,0....0,5	Probabil
Foarte ridicata	0,5...1,0	Foarte probabil

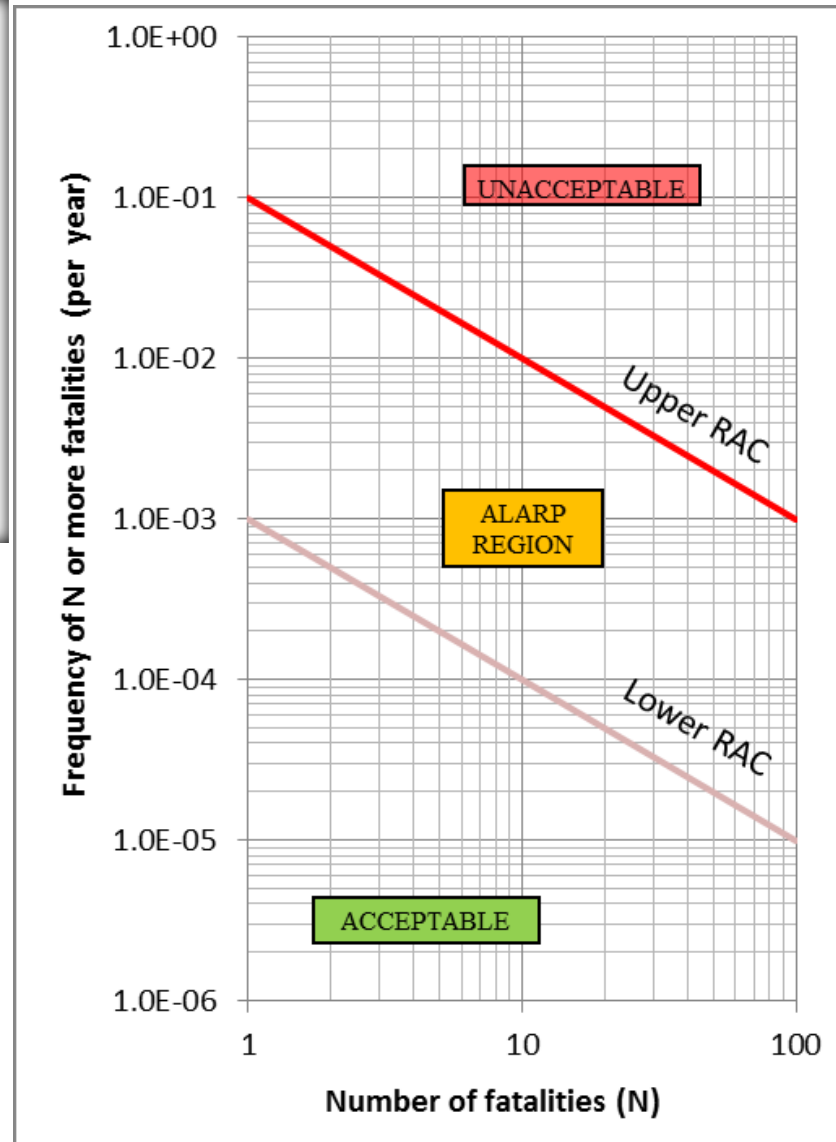
- **Risc individual**



- **ALARP (As low as reasonably possible**

HSE (Health and Safety Executive) în Anglia a impus conceptul de toleranță la risc, adoptând 3 niveluri de risc. Dezvoltat, initial pentru centralele nucleare, se aplică în prezent și în sistemul de sănătate.

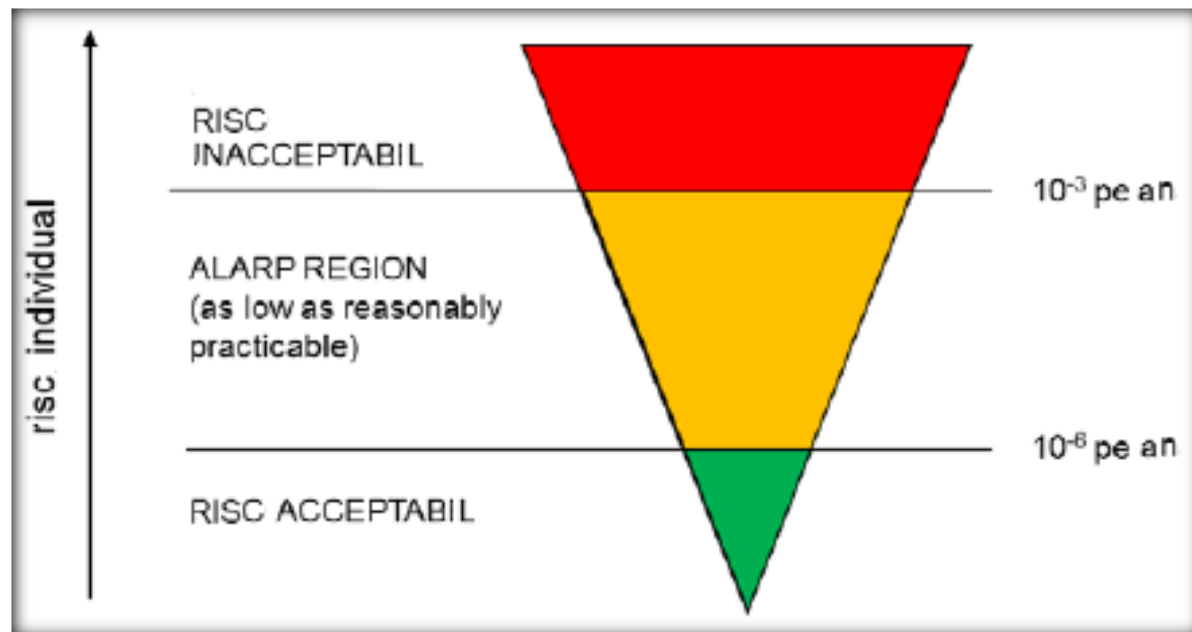
- **Risc social**



- **ALARP – As low as reasonably possible**

Principiu dezvoltat de HSE (Health and Safety Executive) în Anglia

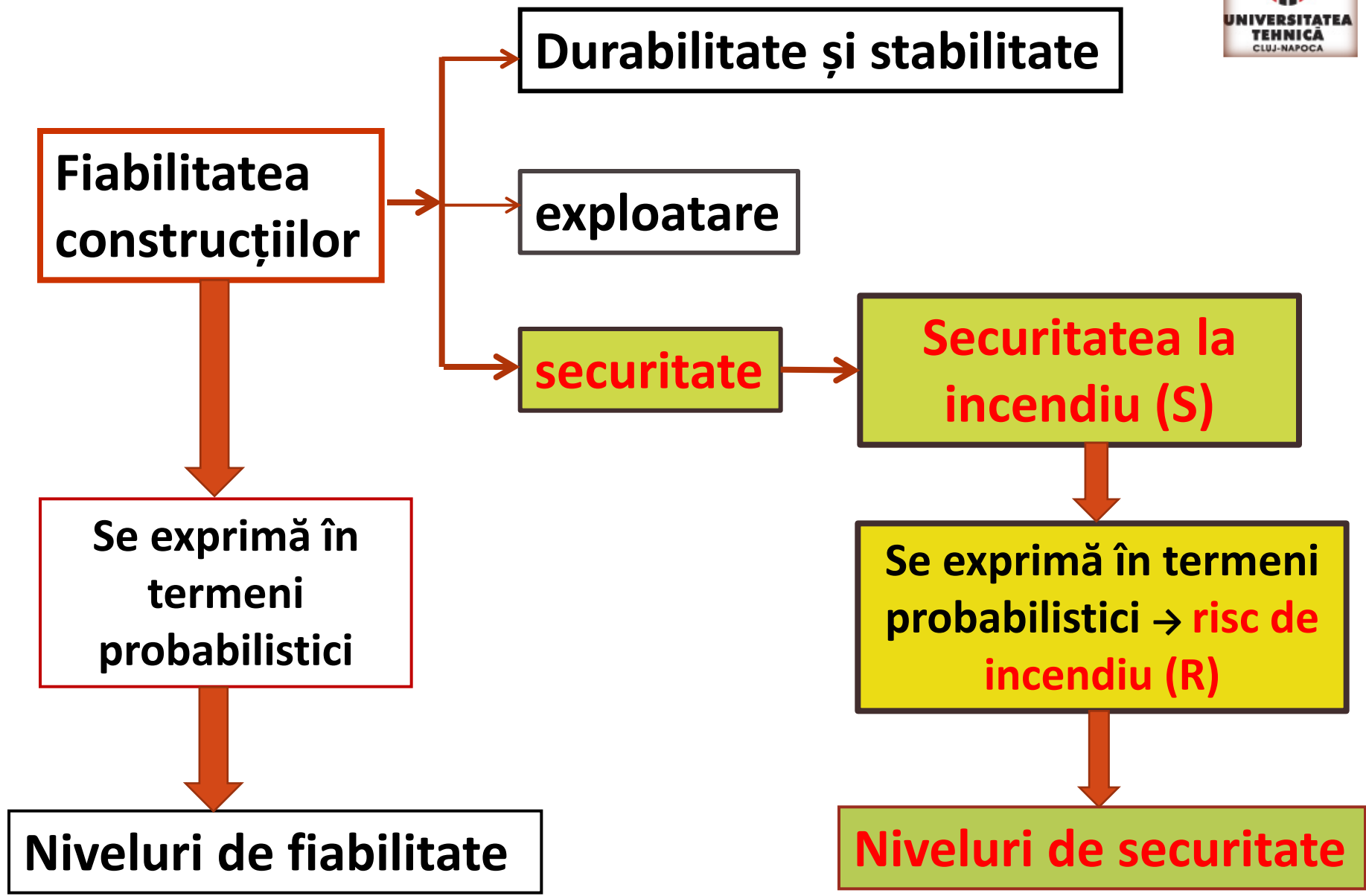
- **Introduce trei “zone de risk” în funcție de frecvențele asociate**
 - **zona riscurilor inacceptabile** – nivelul riscurilor este prea ridicat și se impun măsuri de reducere a riscului
 - **zona ALARP** – riscul nu este acceptabil, dar nu se impun măsuri de reducere
 - **zona riscului acceptabil** – riscul este general acceptat
- **Se reflectă și în matricea riscului**



RO

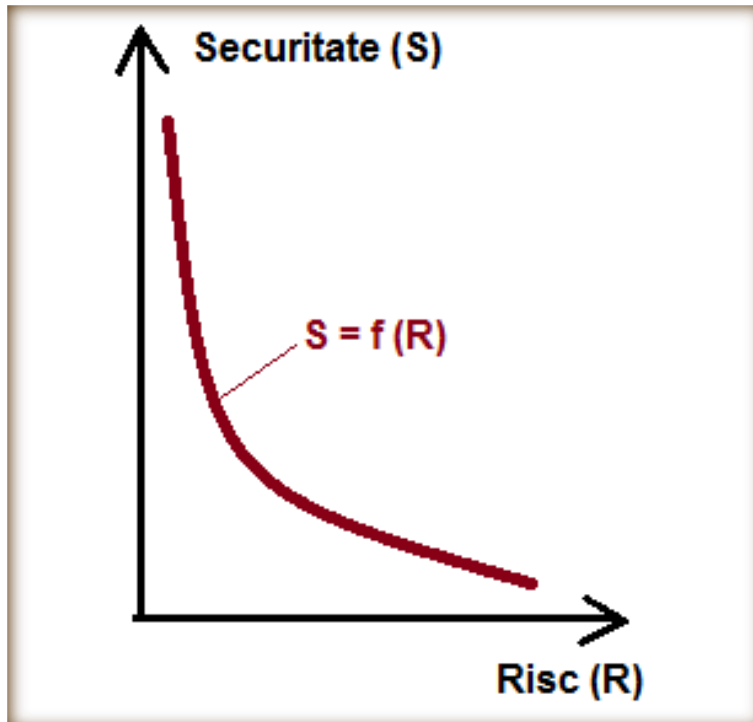


ALARP = ARERP (atât de redus pe cât este rezonabil posibil)



Securitatea la incendiu

- Analiza securității la incendiu, în cazul unei construcții, se poate face în funcție de **risc** estimat, asociat unui anumit nivel de **securitate la incendiu**.



Nivelul de securitate este cu atât mai ridicat, cu cât nivelul riscului asociat este mai mic.

Evaluarea riscului de incendiu - Anglia

- **Health and Safety Executive HEA - organismul responsabil pentru încurajarea, reglementarea și asigurarea sănătății, siguranței și bunăstării la locul de muncă și pentru cercetarea riscurilor profesionale în Marea Britanie.**
- Nu există criterii (cantitative) pentru riscul de incendiu în clădiri.
- O clădire modernă (non-standard) se compară cu o clădire standard => corespunde sau nu.
- Legislație stratificată:
 - **Normative pentru cladiri:** ADB Approved Document B – Fire regulations
 - **Prevederi obligatorii pentru incendii la cladiri existente**
 - evaluarea riscului de incendiu
 - Identificarea si inregistrarea celor care sunt in situatii de risc
 - prevederea si mentinerea normelor de prevenire a incendiilor
 - prevederea informarii, instituirii si pregatirii angajatilor cu privire la prevenirea incendiilor la locul de munca
 - **Alte legi pentru siguranta** – cai ferate, industria chimica, centrale nucleare

Analiza riscului de incendiu – sistemul de lucru în UK

Metode de analiză a riscului			
COMPLEXITATE	Metode calitative	Metode structurate	<ul style="list-style-type: none">- Chestionare- Liste de evaluare
		Metode nestructurate	
	Metode semi-cantitative	Scheme punctuale	<ul style="list-style-type: none">- FIRECODE HTM – spitale UK- ADAC – European fire risk assessment for tunnels
		Matricea riscului	
	Metode cantitative	Metode probabilistice	<ul style="list-style-type: none">- metode statistice- arbori de evenimente- arbori de defecte- analiza sensibilității
		Analiza cantitativă completă a riscului	

1. Metode calitative de evaluare a riscului

1. Identificarea pericolelor potențiale
2. Identificarea celor expuși la risc de incendiu
3. Evaluarea riscului și stabilirea dacă prevederile curente sunt adecvate
4. Înregistrarea rezultatelor și măsurilor impuse și comunicarea către angajați
5. Păstrarea și revizuirea periodică a raportului de evaluare a riscului

- diferențierea nivelurilor de hazard
- diferențierea nivelurilor de prevederi
- acceptabilitatea combinației hazard-măsuri de prevenire a incendiului
- alternative de reducere a riscului de incendiu

**Metode
nestructurate**

**Metode
structurate**

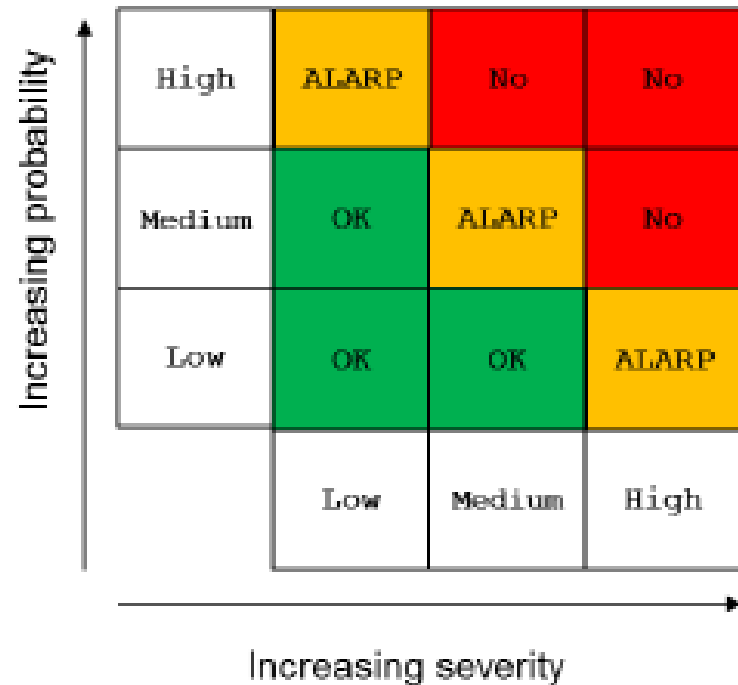
2. Metode semi-cantitative

- **Scheme punctuale** - folosesc aceleași criterii ca și metodele calitative, dar conțin scoruri pentru diferite aspecte ale securității la incendiu (factori), care permit o evaluare a scorului total pentru clădirea considerată.
- **Matricea riscului** – utilă la analize preliminare. Se generează o listă cu hazardurile majore de incendiu.

Hazardurile majore de

Incendiu se supun unei

Analize cantitative a riscului(QRA)



3. Metode cantitative

- Metode statistice
- Arbori logici
- Modele stochastice
- Analiza sensibilității

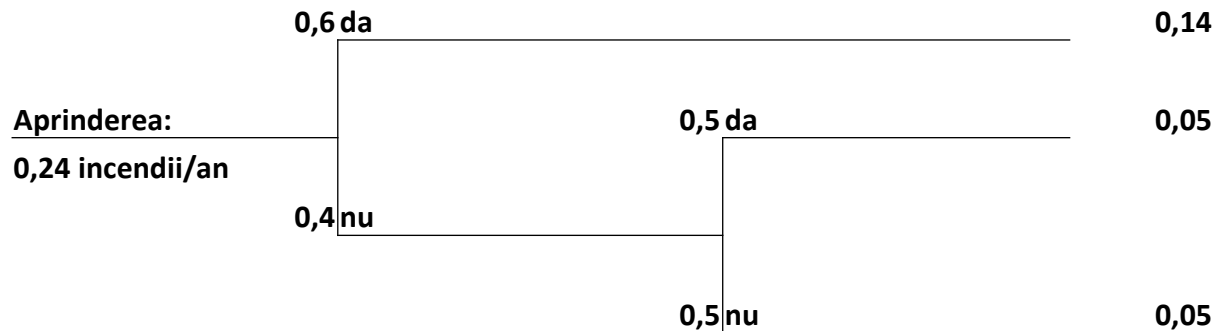
Niveluri de **consecințe** asociate pierderilor estimate

Descriere calitativa	Valoare asociata pierderea proprietatii (650 £)	Impactul asupra persoanelor
Extrem de reduse	0...3,25	fara victime sau accidentari
Foarte reduse	3,25...13	fara victime sau accidentari
Reduse	13...65	fara victime, accidente minore
Moderate	65...650	fara victime, accidente serioase
Ridicate	650...6500	numar mic de victime si accidentari
Foarte ridicate	> 6500	multiple victime si accidentari

Incendiul e restrictionat la primul obiect aprins?

Este detectat in mai putin de 5 minute?

Frecventa consecintelor



Vă mulțumesc pentru atenție!

Ruxandra.Darmon@ccm.utcluj.ro