

POZIOMY SIL WEDŁUG IEC 61508 / IEC 61511

SIL Poziom Nienaruszalności Bezpieczeństwa	PFDavg Średnie prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia niebezpiecznego na rok (tryb pracy na żądanie)	RRF Współczynnik Redukcji Ryzyka	PFDavg Średnie prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzenia niebezpiecznego na godzinę (tryb pracy ciągłej)
SIL 4	$\geq 10^{-5}$ and $< 10^{-4}$	100000 to 10000	$\geq 10^{-9}$ and $< 10^{-8}$
SIL 3	$\geq 10^{-4}$ and $< 10^{-3}$	10000 to 1000	$\geq 10^{-8}$ and $< 10^{-7}$
SIL 2	$\geq 10^{-3}$ and $< 10^{-2}$	1000 to 100	$\geq 10^{-7}$ and $< 10^{-6}$
SIL 1	$\geq 10^{-2}$ and $< 10^{-1}$	100 to 10	$\geq 10^{-6}$ and $< 10^{-5}$

ŚREDNIE PRAWDOPODOBIENSTWO WYSTĄPIENIA USZKODZENIA W TRYBIE PRACY NA ŻĄDANIE (PFDavg)

PFDavg	Tolerowana częstość występowania uszkodzeń = $\frac{1}{RRF}$ Częst. występowania uszkodzeń w systemie bez ochrony	
	Równania uproszczone	
	Bez wspólnych przyczyn	Ze wspólnymi przyczynami (współczynnik Beta)
1001	$\lambda_{DU} \times \frac{TI}{2}$	-
1002 1002D	$\lambda_{DU1} \times \lambda_{DU2} \times \frac{TI^2}{3}$	$\frac{[(1-B) \times (\lambda_{DU} \times TI)]^2}{3} + \frac{(B \times \lambda_{DU} \times TI)}{2}$
1003	$\lambda_{DU1} \times \lambda_{DU2} \times \lambda_{DU3} \times \frac{TI^3}{4}$	$\frac{[(1-B) \times (\lambda_{DU} \times TI)]^3}{4} + \frac{(B \times \lambda_{DU} \times TI)}{2}$
2002	$(\lambda_{DU1} + \lambda_{DU2}) \times \frac{TI}{2}$	$[(1-B) \times (\lambda_{DU} \times TI)] + \frac{(B \times \lambda_{DU} \times TI)}{2}$
2003	$\left[(\lambda_{DU1} \times \lambda_{DU2}) + (\lambda_{DU1} \times \lambda_{DU3}) + (\lambda_{DU2} \times \lambda_{DU3}) \right] \times \frac{TI^2}{3}$	$[(1-B) \times (\lambda_{DU} \times TI)]^2 + \frac{(B \times \lambda_{DU} \times TI)}{2}$
1001 ($E_t \neq 100\%$)	$\lambda_{DU} \left[\left(E_t \times \frac{TI}{2} \right) + (1-E_t) \frac{SL}{2} \right]$	TI: Interwał pomiędzy testami kontrolnymi Et: Skuteczność testu λ_{DU} : Współczynnik występowania uszkodzeń niebezpiecznych nie wykrywanych przez testy kontrolne

BEZPIECZEŃSTWO:
OGRA NICZENIE
RYZYKA DO
AKCEPTOWALNEGO
POZIOMU



Eksplzja Par Cieczi (BLEVE)



Krótka Eksplozja



Strumień Ognia

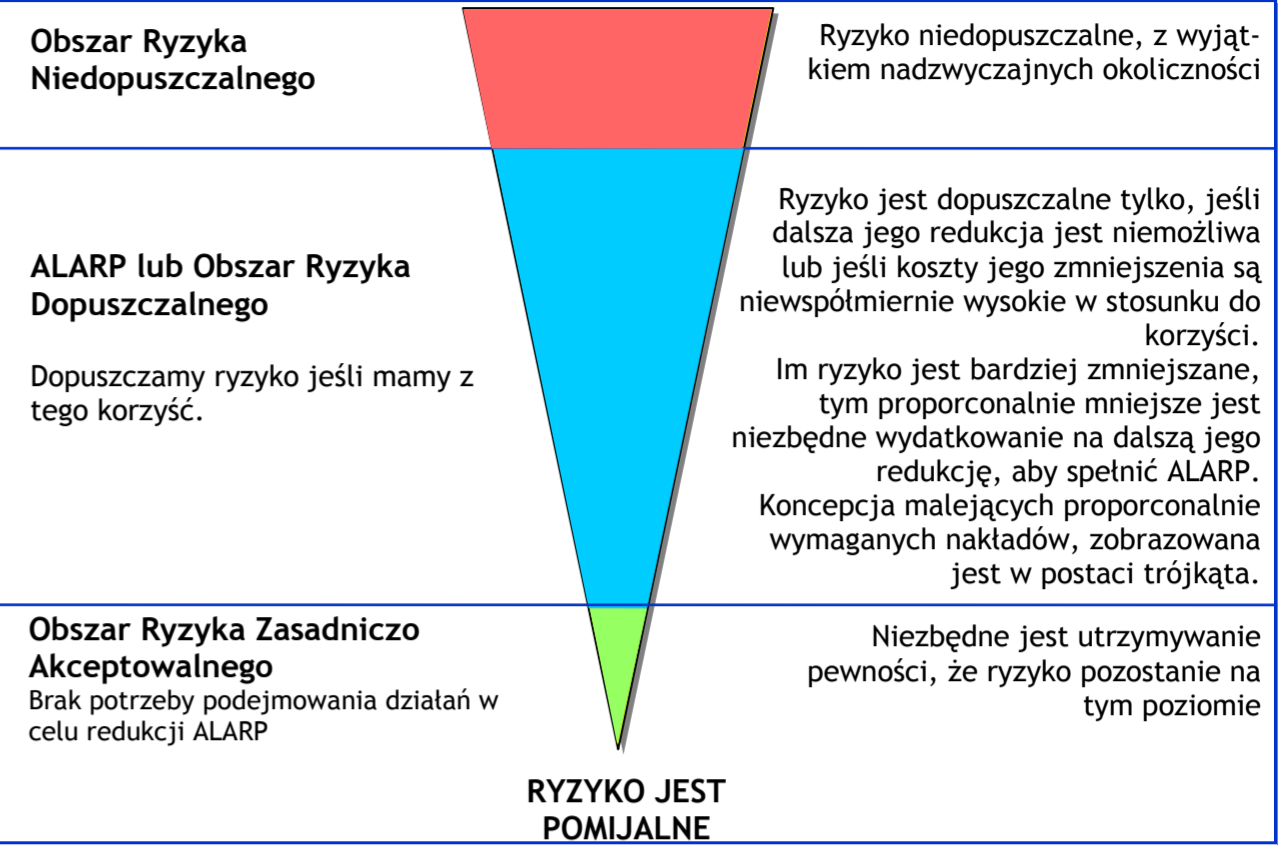


Pożar Zbiornika

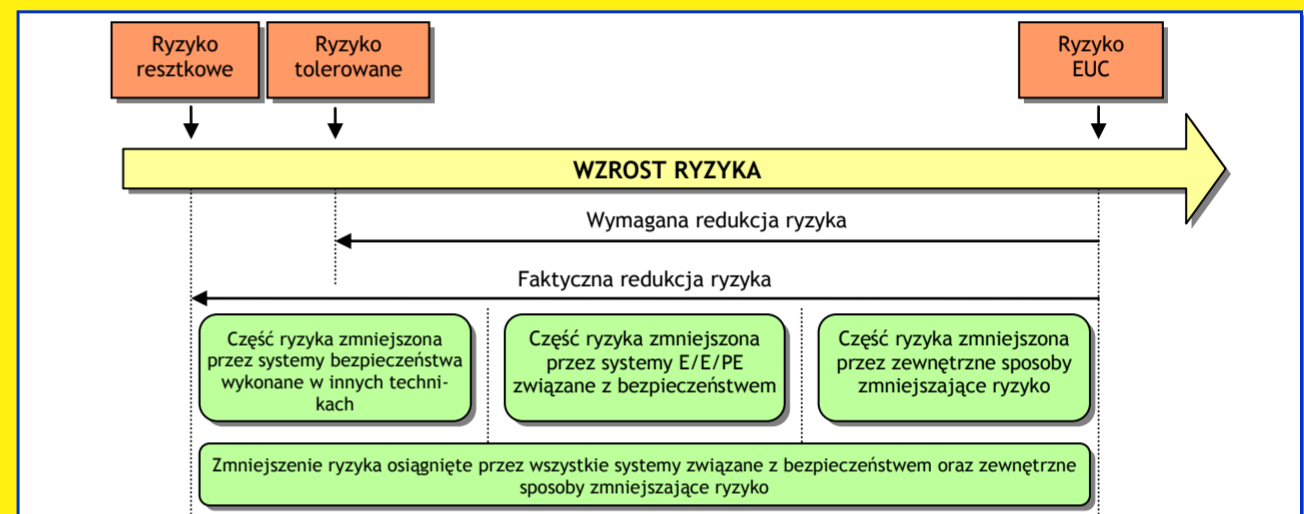


Kula Ognia

RYZYKO AKCEPTOWALNE ORAZ ALARP (ANNEX 'B')



REDUKCJA RYZYKA



DYSPOZYCYJNOŚĆ ORAZ NIEZAWODNOŚĆ

Główne komponenty:
Współczynnik uszkodzeń:

$$\lambda = \frac{\text{Ilość uszkodzeń w jednostce czasu}}{\text{Ilość komponentów narażonych na błąd funkcjonalny}}$$

1 FIT = 1×10^{-9} Uszkodzeń na godzinę

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

$$MTBF = MTTF + MTTR$$

$$MTTF = MTBF + MTTR = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{MTTF}$$

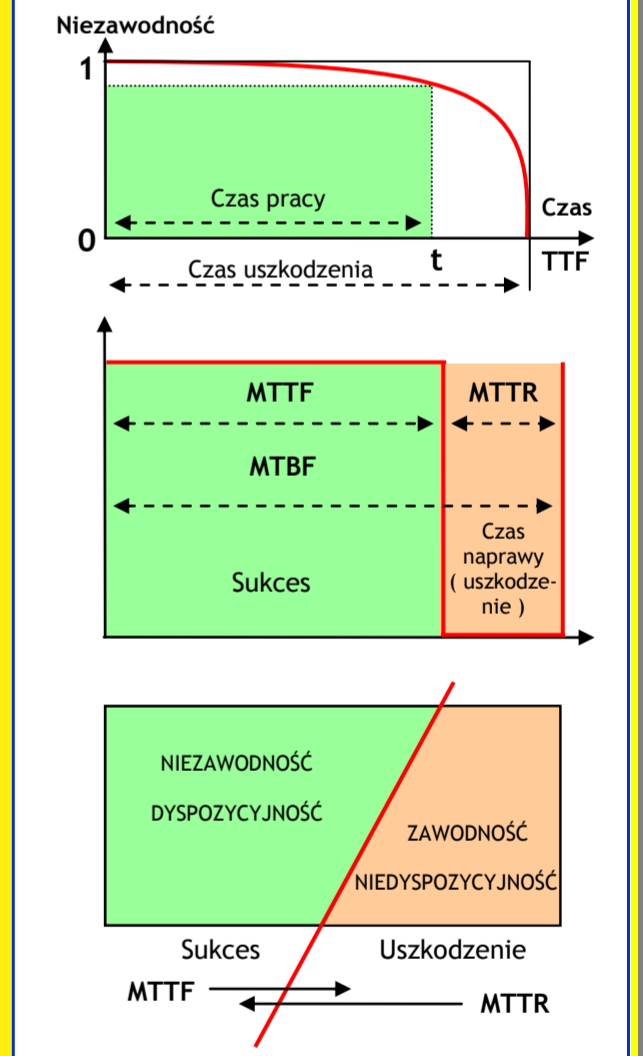
Dyspozycyjność = $\frac{\text{Czas pracy}}{\text{Czas pracy} + \text{Czas naprawy}}$

$$= \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} = \frac{MTTF}{MTBF} = \frac{MTTF}{MTBF}$$

$$= \frac{MTBM}{MTBM + MSD}$$

Niedyspozycyjność = $1 - \text{Dyspozycyjność} = \frac{\lambda}{\mu}$

Skróty:
MTBF: Średni Czas Pracy Bezawaryjnej
MTTF: Średni Czas do Wystąpienia Uszkodzenia
MTTR: Średni Czas Naprawy Uszkodzenia
MTBM: Średni Czas Pomędzy Konserwacjami
MSD: Spodziewany Średni Czas Wyłączenia Systemu
 λ : Współczynnik Uszkodzeń
 μ : Współczynnik Napraw

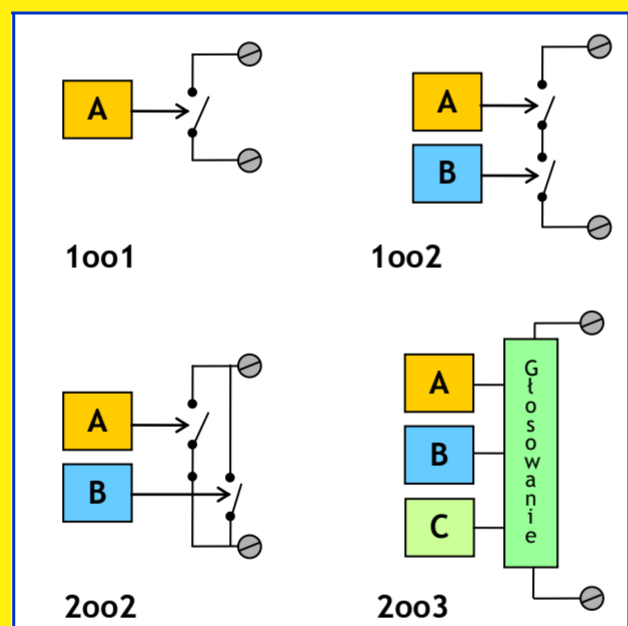


ŚREDNI CZAS DO WYSTĄPIENIA FAŁSZYWEGO USZKODZENIA

ARCHITEKTURY SYSTEMU

MTTFs

1001	$\frac{1}{\lambda_S}$
1002	$\frac{1}{2\lambda_S}$
2002	$\frac{1}{2\lambda_S^2 \times MTTR}$
2003	$\frac{1}{6\lambda_S^2 \times MTTR}$



UDZIAŁ USZKODZEŃ BEZPIECZNYCH (SFF) ORAZ POZIOMY SIL

SFF

$$\frac{\sum \lambda_{DD} + \sum \lambda_{SD} + \sum \lambda_{SU}}{\sum \lambda_{DD} + \sum \lambda_{DU} + \sum \lambda_{SD} + \sum \lambda_{SU}} = 1 - \frac{\sum \lambda_{DU}}{\sum \lambda_{TOT}}$$

	Tolerancja Defektów Sprzętu 0	Tolerancja Defektów Sprzętu 1	Tolerancja Defektów Sprzętu 2
Komponenty Typu A			
< 60%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
60% - < 90%	SIL 2	SIL 3	SIL 4
90% - < 99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4
> 99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4
Komponenty Typu B			
< 60%	Nie dozwolone	SIL 1	SIL 2
60% - < 90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90% - < 99%	SIL 2	SIL 3	SIL 4
> 99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4

Kategorie współczynników występowania uszkodzeń:
 λ_{DD} : niebezpieczne wykrywalne; λ_{DU} : niebezpieczne niewykrywalne
 λ_{SD} : bezpieczne wykrywalne; λ_{SU} : bezpieczne niewykrywalne

WYZNACZANIE POZIOMU NIENARUSZALNOŚCI BEZPIECZEŃSTWA

