

Požarna varnost v skladišču nevarnih kemikalij

mag. Tom Zickero, univ. dipl. inž. el.
ZVD d.o.o., Chengdujska cesta 25, Ljubljana

21.03.2018, ZVD Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana

Vsebina:

- Zakonodaja na področju varstva pred požarom
- Požarna varnost v stavbah – skladiščih kemikalij
- Sistemi aktivne požarne zaščite
- Druga določila požarnega varstva

Zakonodaja na področju varstva pred požarom

- Zakon o varstvu pred požarom
 - **Pravilnik o požarni varnosti v stavbah**
 - **Pravilnik o zasnovi in študiji požarne varnosti**
 - Pravilnik o požarnem redu
 - **Pravilnik o pregledovanju in preizkušanju vgrajenih sistemov aktivne požarne zaščite**
 - Pravilnik o izbiri in namestitvi gasilnih aparatov
- * **rdeča barva** – zaradi sprememb gradbene zakonodaje morajo do 1.6. biti narejene novelacije pravilnikov

Tehnične smernice za projektiranje

- **TSG-1-001:2010 - Požarna varnost v stavbah**
 - *Požarna smernica – nevarne snovi (maj 2009)*
 - *Požarna smernica – Skladiščenje in ravnanje z vnetljivimi tekočinami (maj 2009)*
 - *Smernice za varno skladiščenje nevarnih kemikalij v trgovinski dejavnosti (trgovinska zbornica Slovenije)*
 - *(115-03d; VKF AEAI) – Izračun požarne obremenitve*
 - *Pravilnik o tehničnih in organizacijskih ukrepih za skladiščenje nevarnih kemikalij (Uradni list RS, št. 75/09)*

Tehnične smernice za projektiranje Tuje smernice

- CFPA-E No 18:2013 F – Fire protection on chemical manufacturing sites
- IZS MST 12/2014 - Smernica za gradbene ukrepe varstva pred požarom v industrijskih stavbah (MindBauRL) – **Nemška smernica**
- VKF – **Švicarske smernice**
- NFPA – **smernice ZDA**

ŠPV - študija varstva pred požarom

Študija varstva pred požarom je ključni dokument, ki definira požarno varnost v stavbah:

- Širjenje požara na sosednje objekte
- Nosilnost konstrukcije ter širjenje požara po stavbah
- Evakuacijske poti in sistemi za javljanje ter alarmiranje
- Naprave za gašenje in dostop gasilcev

TSG-1-001:2010

NOSILNOST KONSTRUKCIJE

Število etaž [1]	[2]	(P) do 600 m ² BET	(P+1) do 600 m ² BET	(P in P+1) nad 600 m ² BET	(P+2)	(P+3)	(P+4) (P+5)	(P+6) (P+7)
Vrsta stavbe ali dela stavbe (CC-SI)								
125 - Industrijske stavbe in skladi- šča nad 1000 MJ/m ²	A	ng	R 30	R 60	R 60	R 90	R 90	R 90
	B	ng	R 30	R 60	R 60	R 60	R 60	R 60

ng – negorljiva nosilna konstrukcija

A - brez sprinkler sistema

B – vgrajen sprinkler sistem (popolna zaščita)

TSG-1-001:2010

POŽARNI SEKTOR

Vrsta stavbe ali dela stavbe (CC-SI)	Število etaž [1]	[2]	(P)	(P+1)	(P+2)	(P+3)	(P+4) (P+5)	(P+6) (P+7)
	125 - Industrijske stavbe in skladišča nad 1000 MJ/m ²	A	EI 30	EI 60	EI 60	EI 90	EI 90	EI 90
	B	EI 30	EI 30	EI 30	EI 60	EI 60	EI 60	

A - brez sprinkler sistema

B – vgrajen sprinkler sistem (popolna zaščita)

TSG-1-001:2010

VELIKOST POŽARNIH SEKTORJEV

Namembnost stavbe ali dela stavbe (CC-SI)	Brez AJP in brez sprinklerskega sistema	AJP	Sprinklerski sistem	Požarni sektor se lahko razteza skozi več etaž
125 - Industrijske stavbe in skladišča (<300 MJ/m ²), razen VRS	2000	10000	no	da
125 - Industrijske stavbe in skladišča (≥300 MJ/m ² in <1000 MJ/m ²), razen VRS	1000	5000	20000	da
125 - Industrijske stavbe in skladišča (≥1000 MJ/m ²), razen VRS	400	1000	8000	ne

- no – ni omejitev
- Pri izračunu PO je treba upoštevati povprečno požarno obremenitev znotraj enega PS

TSG-1-001:2010

VARNOSTNA RAZSVETLJAVA

Namembnost stavbe ali dela stavbe (CC-SI)	BET stavbe ali dela stavbe [m ²]	Število uporabnikov	Število postelj	Maksimalni vklopni čas [s]	Minimalni čas delovanja [h]	Osvetljenost piktogramov v stalnem spoju
125 - Industrijske stavbe in skladišča do 1000 MJ/m ² 1271 - Nestanovanjske kmetijske stavbe	2000	200	-	15	1	ne
125 - Industrijske stavbe in skladišča nad 1000 MJ/m ²	1000	-	-	1	1	ne

Varnostno razsvetlavo je potrebno namestiti v stavbah s prostori z nevarnimi kemikalijami in z eksplozijsko ogroženimi prostori z bruto tlorisno površino 100 m² ali več, v katerih se stalno ali občasno zadržujejo uporabniki

CFPA-E No 18:2013 F

kategorija 1 – osnovne zahteve

- Gradbene zahteve po TSG-1-001
- Nevarni procesi (visok tlak ali temp.) naj se izvajajo v ločenih PS
- Strelovodna zaščita – proizvodni, skladiščni objekti z veliko količino gorljivih oz. eksplozivnih materialov
- Suhi dvižni vodi (več nivojski objekti)
- Zadostne količine penila na lokaciji
- Odvod dima in toplote
- Sistem za javljanje požara
- Definiranje Ex con (Ex elaborat) – vključen v ŠPV
- Požarni red in organizacija dela

CFPA-E No 18:2013 F

kategorija 2 – povečano tveganje

- Manjši PS
- Manjša požarna obremenitev po PS
 - Javljanje hlapov
 - Sistem javljanja požara v smislu popolne zaščite
 - Pol-avtomatski gasilni sistem (prenos signala iz sistema javljanja požara do gasilcev. Gasilci nato z odpiranjem ventila aktivirajo stabilni gasilni sistem). Intervencijski čas gasilcev mora biti manjši od 5 minut

CFPA-E No 18:2013 F

kategorija 3 – Veliko povečano tveganje

- Še manjši PS glede na povečano požarno tveganje
- Še manjša požarna obremenitev po PS
 - Avtomatski gasilni sistem – možnost večjega PS
 - Profesionalna gasilska enota v podjetju

POŽARNA SMERNICA-SLOVENSKA

NEVARNE SNOVI

- Smernica izhaja iz Švicarske smernice Gefarliche Stoffe (VKF 27-03)
- Ločevanje snovi – snovi, ki bi lahko med seboj nevarno reagirale je potrebno požarno ločiti
- Ukrepe je potrebno predvideti glede na najnevarnejšo snov (v kolikor se več snovi nahaja v istem prostoru)
- Prostori z nevarnostjo nastanka za požar oz. eksplozijo morajo imeti najmanj eno zunanjo steno (vedno svoj PS)
- Obvezno naravno ali prisilno prezračevanje
- Smernica navaja določbe za skladiščenje vnetljivih tekočin (odsesovanje, iztekanje, segrevanje), vnetljivih plinov, snovi s posebnim obnašanjem v požaru (inertno ozračje, snovi, ki reagirajo ob stiku z vodo, itd.)

POŽARNA SMERNICA-SLOVENSKA SKLADIŠČENJE IN RAVNANJE Z VNETLJIVIMI TEKOČINAMI

Dovoljene skladiščene količine (orientacijske vrednosti v litrih) na stavbo:

Mesto skladiščenja	Razred nevarnosti F1 in F2	Razred nevarnosti F3 do F5
Poljubno zgrajeni prostori	5	30
Omare ali deli omar (*) z lovilno posodo in oznakami	100	450
El 30 (*) prostori z majhno požarno nevarnostjo	do 450	2000
El 60 (*) prostori	do 450	nad 2000
El 90 (*) prostori	nad 450	
El 60 (*) kurilnice (le mali rezervoarji)	-	4000
El 30 (*) prostori za motorna vozila do 150 m ²	100	2000

(*) uporabiti je potrebno negorljive gradbene materiale

POŽARNA SMERNICA-SLOVENSKA SKLADIŠČENJE IN RAVNANJE Z VNETLJIVIMI TEKOČINAMI

- Definira pogoje za zadostno naravno prezračevanje (kje in koliko odprtin) in zadostno prisilno prezračevanje (3x-5x menjava zraka na uro)
- Definira varnostne razdalje (koliko naj bo posamezen objekt odmaknjen – različno od gradbenih smernic)
 - **Varnostne razdalje med na prostem stoječimi prenosnimi posodami in stavbami oz. drugimi napravami**
 - **Varnostne razdalje med nadzemnimi skladiščnimi rezervoarji in stavbami oz. drugimi napravami**
- Definira skladiščenje v podzemnih rezervoarjih
- Definira postavitev pretekališč
- Definira gradnjo pokrite polnilnice

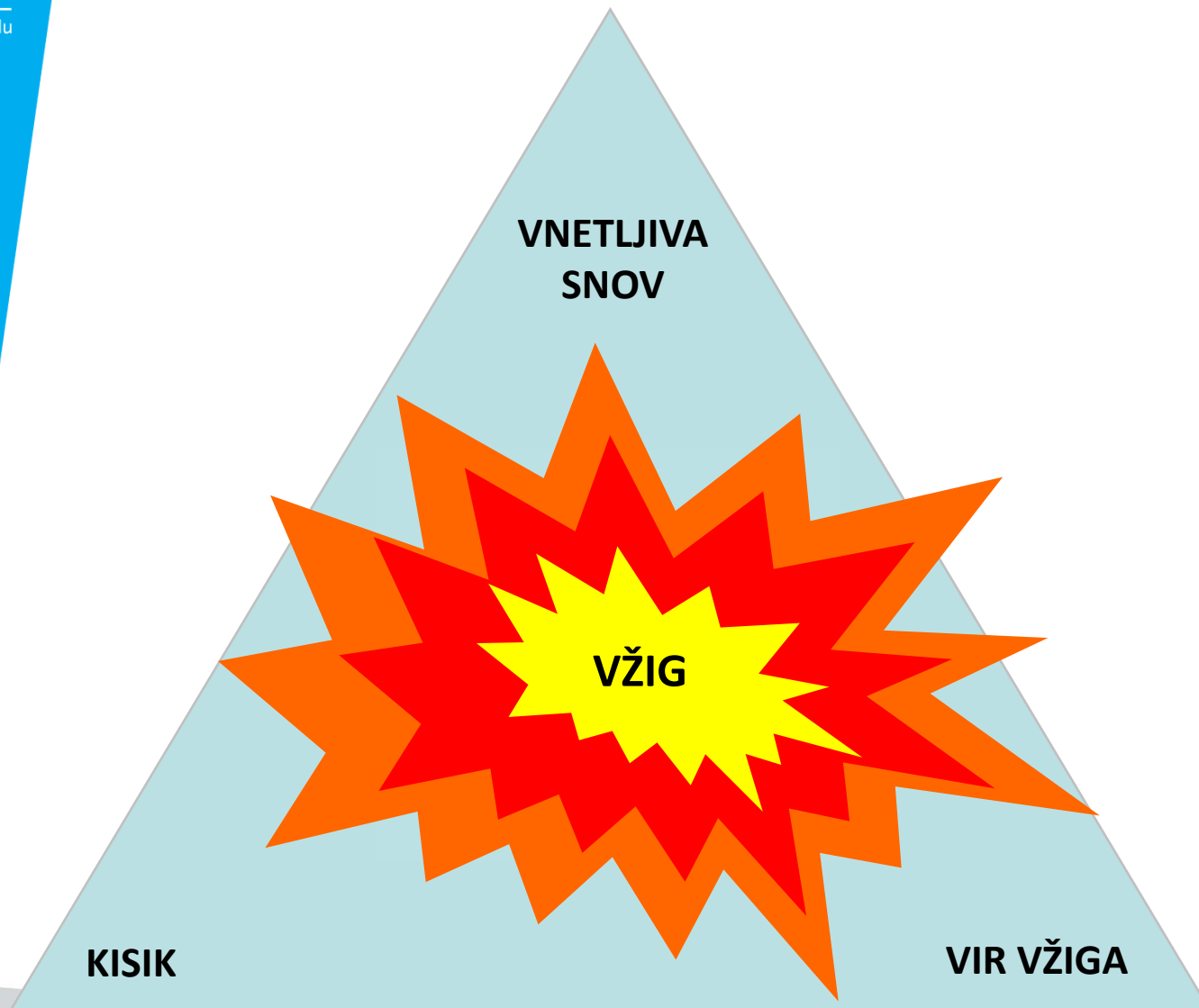
Tipične požarne obremenitve

Namembnost prostora	specifična požarna obremenitev [MJ/m ²]	Nevarnost za nastanek požara ali eksplozije
Proizvodnja (zaprti sistemi praznjenja in polnjenja z uporabo kontejnerjev in priključnih postaj v tehničnih etažah 1,3,4,6 nad in pod proizvodnimi enotami 2 in 5)	200	normalna
Pakirnica (pakirne linije povezane s transportnimi vozički v etažah nad pakirnimi linijami)	do 250	normalna
Strojnice prezračevanja, vodarna, vakuum črpalke	50 - 150	Normalna
Hodniki, stopnišča, sanitarije, pralnica	< 50	Zmanjšana
Priročno skladišče – visokoregalno VRS – 19 regalnih nivojev višina do 30 m (surovine, embalaža, medizdelki in polizdelki)	nad 2000	Normalna
Pisarne – (povezni objekt z Notolom 1)	350 – 750	Normalna
Arhiv na nivoju 2	do 1000	Normalna

ZVD

Zavod za varstvo pri delu

POGOJI ZA EKSPLOZIJU



EKSPLOZIVNA ATMOSFERA

100 Vol %

koncentracija zraka

0 Vol %

prerevna mešanica
ni vžiga

eksplozivna mešanica
VŽIG

prebogata mešanica
ni vžiga

spodnja zgornja
meja eksplozivnosti

0 Vol %

koncentracija vnetljive snovi v zraku

100 Vol %

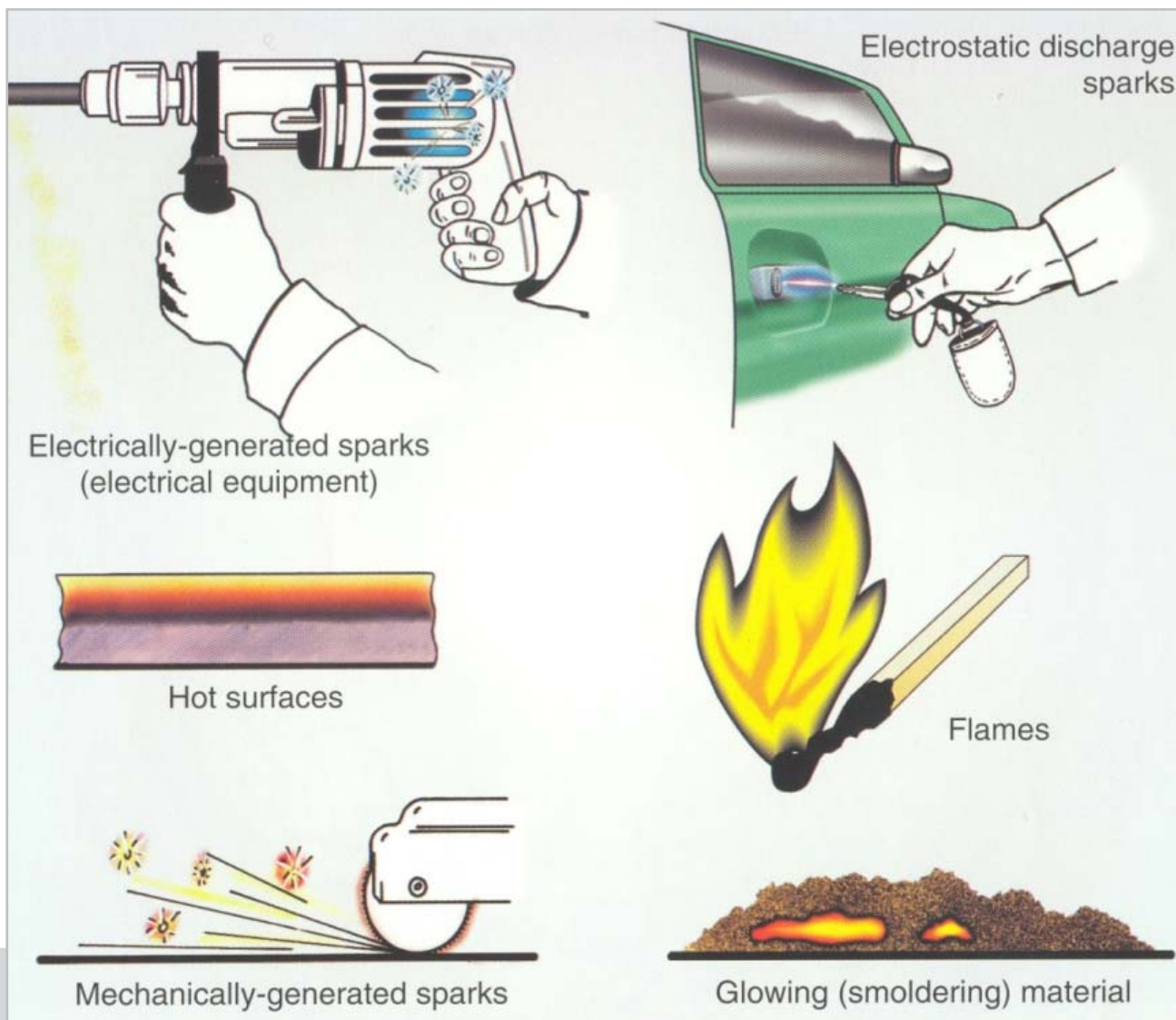
USPOSABLJANJE

Delodajalec mora zagotoviti tistim, ki delajo v prostorih, v katerih lahko nastanejo eksplozije zadostno in ustrezno usposabljanje v zvezi z varovanjem pred eksplozijami.

Delodajalec je dolžan poskrbeti za preverjanje usposobljenosti delavcev iz prvega in drugega odstavka tega člena. Čas med posameznimi preverjanji usposobljenosti ne sme biti daljši od dveh let.

2 LETI

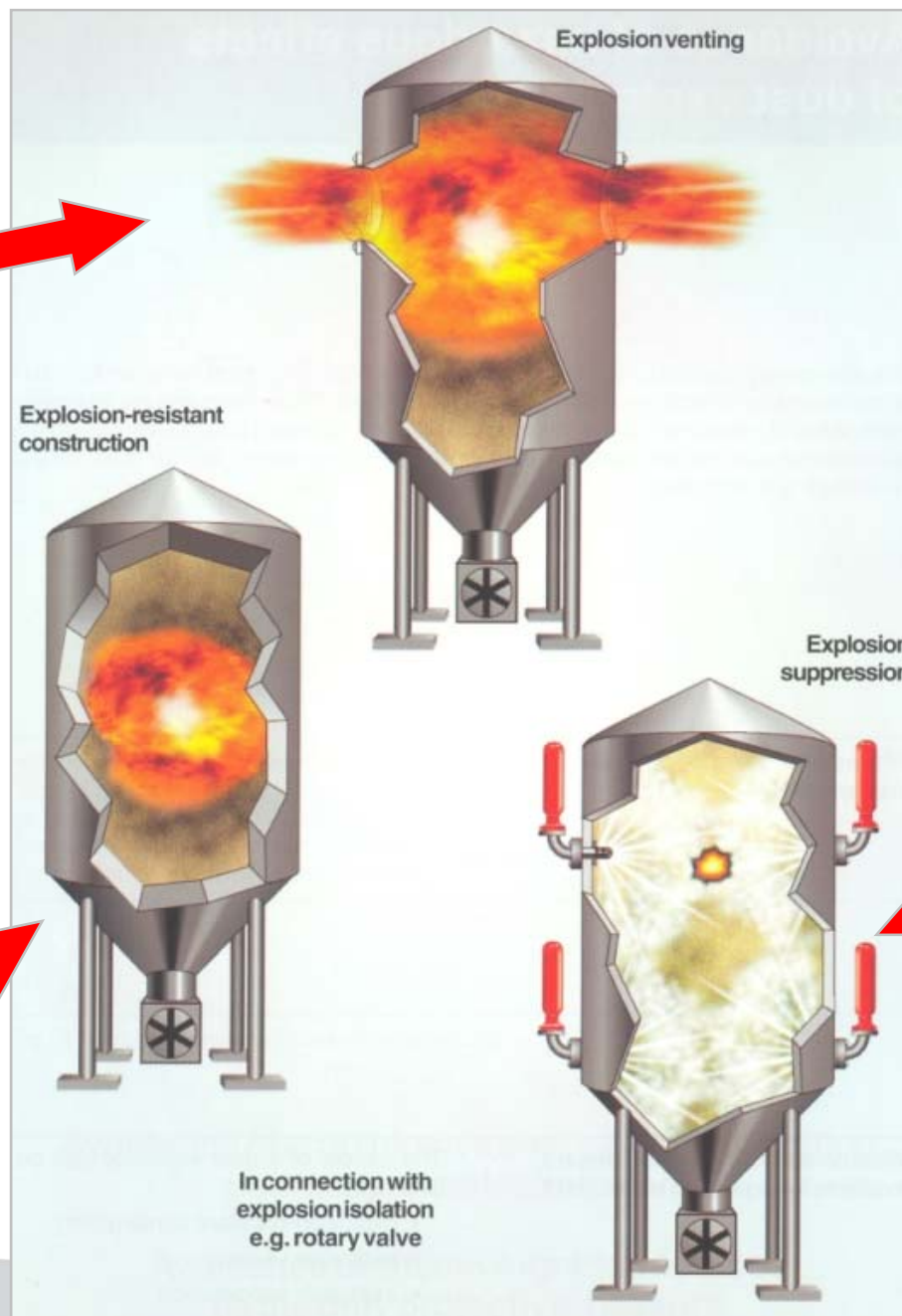
VIRI VŽIGA



tlačna razbremenitev

eksplozijsko vzdržljiv
način gradnje

zadušitev
eksplozije



Prostori, kjer lahko nastane eksplozivna atmosfera

v obliki PLINOV

Cona 0

Cona 1

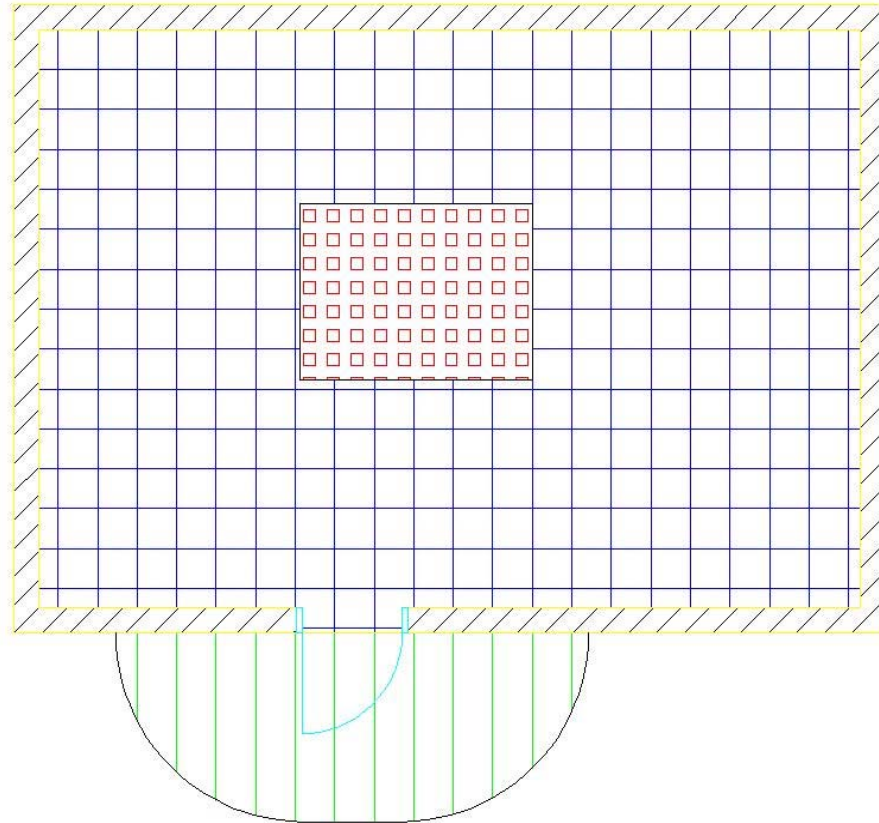
Cona 2

v obliki PRAHU

Cona 20

Cona 21

Cona 22



VENTILACIJA

Porazdelitev vnetljivih snovi v zraku je odvisna od gibanja zraka.

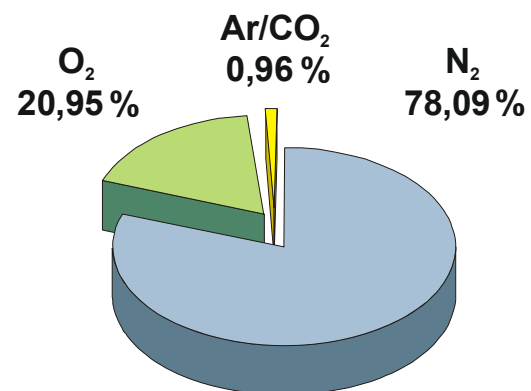
Npr. v močnem vetru se lahko hlapi že tik ob intenzivnem viru nevarnosti razredčijo pod SME, v brezvetrju pa lahko že majhen izpust vnetljivih hlapov povzroči precej velik in trajen oblak eksplozivne zmesi.

To pomeni, da ima opredelitev ventilacije kot dobra, slaba ali zmerna smisel le, če ob intenziteti ventilacije navedemo tudi intenziteto vira vnetljivih snovi.

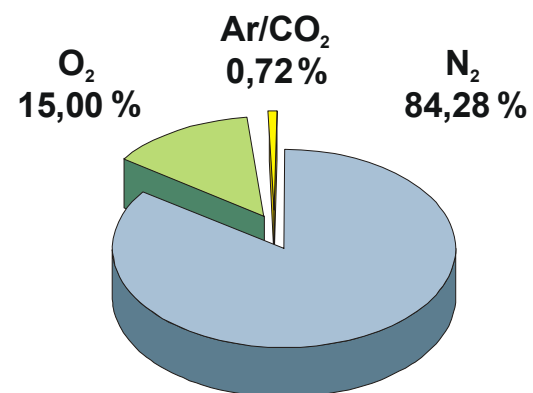


Sestavine atmosfere-INERTIZACIJA

Naravna atmosfera

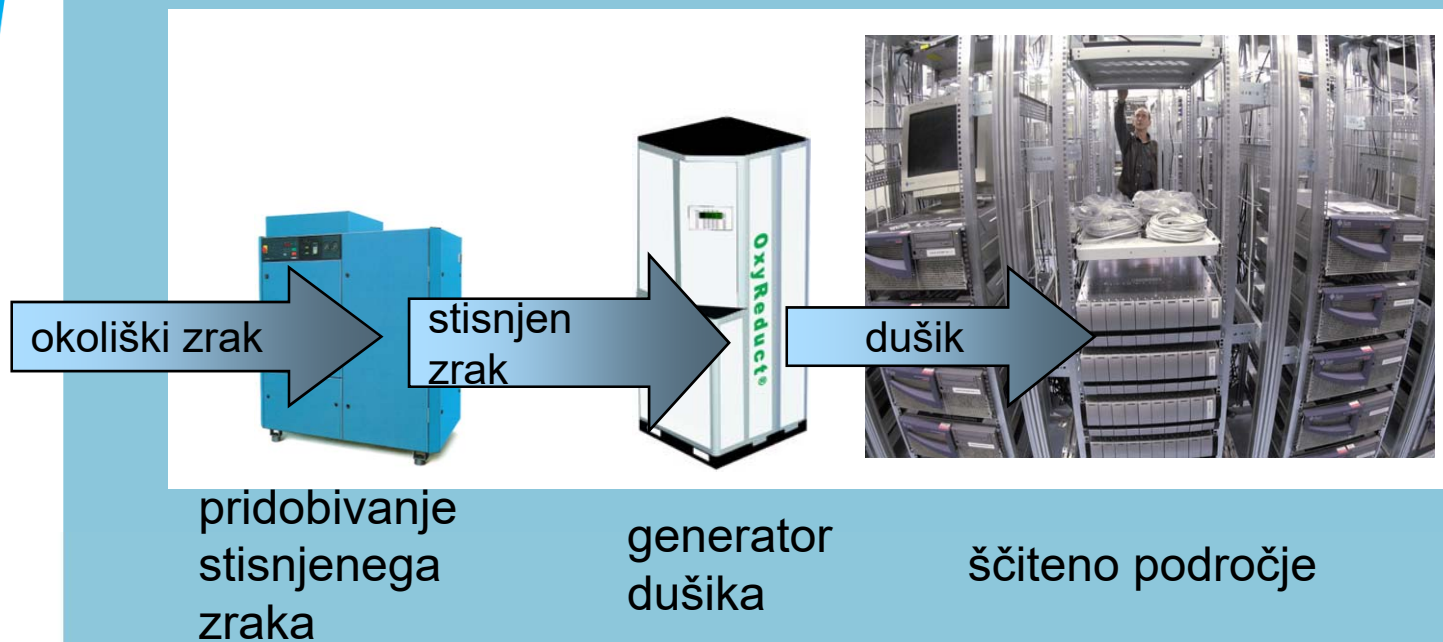


Atmosfera z redukcijo kisika
(15 Vol.-% O₂)

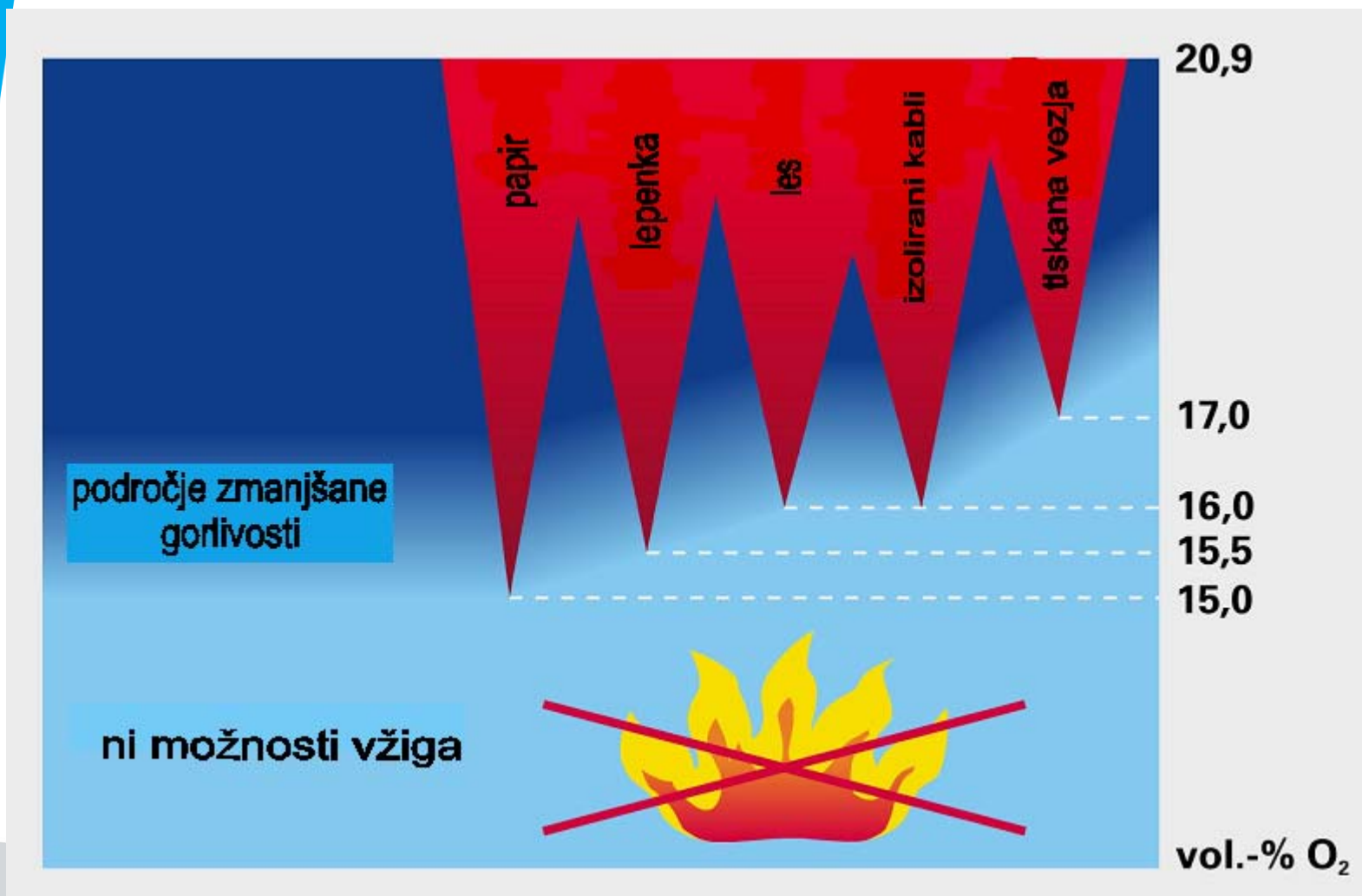


O₂ – kisik
Ar – argon
CO₂ – ogljikov dioksid
N₂ – dušik

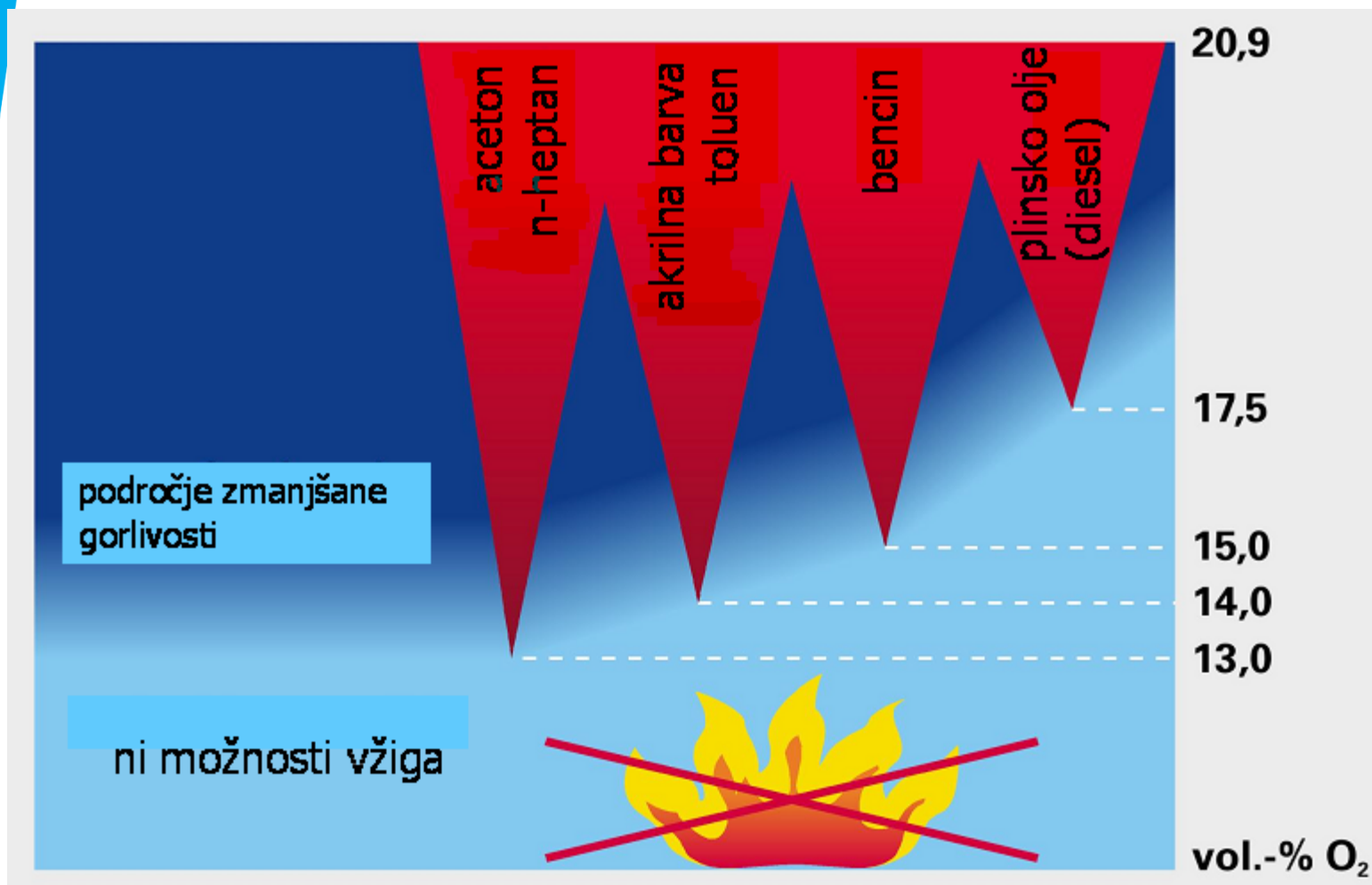
Kako pridobivamo dušik?



Plamenišče trdnih snovi



Plamenišče tekočin



PRIPOROČILA

Ljudje lahko ostanejo v področju, kjer se kisikova koncentracija v zraku reducira v teku požarne zaščite, pod sledečimi pogoji:

- vsi ljudje brez poznanih srčnih, žilnih, dihalnih bolezni

20,9 Vol.-% > koncentracija kisika \geq 17 Vol.-%

- Ljudje z zdravniškim pregledom:

17 Vol.-% > koncentracija kisika \geq 13 Vol.-%

Zadrževanje v področju z reduciranim kisikom pod 17 Vol.-% O₂ je možno za 4 ure, pod 15 Vol.-% O₂ za 2 uri.

Pravilnik o pregledovanju in preizkušanju sistemov aktivne požarne zaščite (1/3)

- Najbolj pogosti sistemi APZ:
 - Varnostna razsvetljava
 - Sistemi za odkrivanje in javljanje požara
 - Naprave za odkrivanje, javljanje prisotnosti gorljivih plinov
 - Sprinkler sistem, drenčer-polivalni sistem
 - Sistemi gašenja (Novec, FM-200, Inergen, CO2 itd.)
 - Odvod dima in toplote (požarne lopute, kupole)
 - Sistemi za vzpostavljanje nadtlaka v stopniščih

Pravilnik o pregledovanju in preizkušanju sistemov aktivne požarne zaščite (2/3)

Sestavni del pregleda zajema tudi:

- krmiljenje požarnih vrat (v kolikor niso vezana na svojo požarno centralo – zelo redko); Ni ločenih potrdil in poročil za požarna vrata
- deblokada vrat na evakuacijskih poteh (kontrola pristopa, drsna vrata)
- krmiljenje požarnih loput (tipanje stanja odprto/zaprto, test končnega stikala, ki se mora javiti kot alarm in izklopiti delovanje klimata)
- krmiljenje klimatov
- slišnost siren (paziti pri preureditvi prostorov – pokritost z javljalniki požara)
- krmiljenje dimoodvodnih oken (Ag), kupol v prostoru (Ae)
- pregled kapacitete napajalnih sistemov
- prenos stanja motnje in alarma na PC oz. VNC

Pravilnik o pregledovanju in preizkušanju sistemov aktivne požarne zaščite (3/3)

Za katere sisteme APZ je potrebno pridobiti potrdilo:

- Novo vgrajene oz. rekonstruirane sisteme APZ
- Spremenjene ali zamenjane sisteme APZ
- Razširjene sisteme APZ (za del, ki je na novo vgrajen, če deluje samostojno – drugače za celoten sistem)

Postopek pregleda sistema APZ

- Pregled projektne dokumentacije (ŠPV, PID, **predhodna potrdila**, kalibracijski listi - plin, hidravlični izračun - gašenje). Skladnost ŠPV in PID ter izvedbe.
- Osnovo predstavlja ŠPV in PGD (v PID-u lahko projektant že odstopa od PGD ne sme pa od ŠPV)
- Obvezen pregled vseh krmilnih funkcij do nivoja izvršitve funkcije – ni dovolj pregled do vmesnika (npr. klimat).

Podaljšanje potrdila (periodika):

- **Ali je ostala tehnologija in namembnost nespremenjena?**
- **Ali je bil sistem redno vzdrževan?**
- **Ali obstaja predhodno potrdilo o brezhibnem delovanju?**

Javljanje požara

- Prenos stanja za objekte z veliko in zelo veliko požarno ogroženostjo mora biti izveden preko stalno električno kontrolirane linije (IP protokol-INFRANET). Za te objekte ni dovoljen prenos preko komutirane telefonske linije
- Rezervno napajanje: po VDS 2095:2010 je 30 h; rezervni deli na lokaciji gre iz 30 h na 4 h
- Računalniški UPS ni dovoljen za napajanje sistemov APZ
- Javljalniki požara se morajo nahajati v vseh prostorih (razen mokrih)
- Projektiranje po VDS 2095, oprema skladna z EN 54



Varnostna razsvetljava

- Oznake svetilk (oznaka razdelilne omare, oznaka tokokroga, številka svetilke v tokokrogu) – z rdečo barvo
- Ustrezni piktogrami na evakuacijskih poteh (SIST 1013), po novi smernici verjetno EN ISO 7010
- Funkcionalni testi svetilk na vsake tri mesece – varnostna razsvetljava naj bo vezana na svoj tokokrog.
- Avtonomija svetilk 1 uro oz. 3 ure (bolnišnice, domovi za ostarele), osvetljenost evakuacijske poti 1 lux oz. 5 lux za hidrante, ročne JP in gasilne aparate.
- Rekonstrukcija: evakuacijska pot mora biti osvetljena do kote 0,0 oz. do izhoda za rekonstruirani del
- Centralno akumulatorsko napajanje – obvezen požarni kabel do pož. sektorja; večja investicija - lažje vzdrževanje

Požarne lopute

- Vgrajene na meji požarnega sektorja v prezračevalnih kanalih
- Ustrezno ognje odporno zatesnjene – Ustrezen certifikat
- Klima kanal od meje požarnega sektorja do požarne lopute v ustrezni ognje odporni izvedbi
- Običajno se ustrezno krmilijo preko sistema javljanja požara
- Izpad napajanja (test končnega stikala) se ponavadi prenaša kot napaka, kljub temu, da je loputa zaprta (zaprta loputa pomeni alarm in izklop klimata).



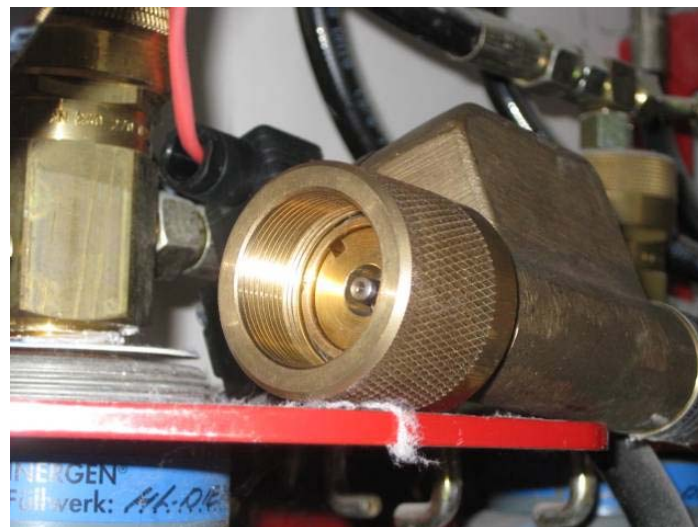
Javljanje plina

- Krmiljenje: svetlobni in akustični alarm (sirena/bliskavka ali tablo).
- V kolikor je na objektu vgrajena centrala za javljanje požara se izvede prenos signalov Napaka-PLIN in ALARM-PLIN na centralo za javljanje požara oz. VNC
- Obvezna letna kalibracija - Kalibracijski certifikati (obvezno vključiti v vzdrževalne pogodbe)
- Obvezno upoštevati navodila proizvajalcev o menjavi plinskih senzorjev (življenjska doba senzorja?)



Stabilne gasilne naprave

- Dvojavljalska odvisnost
- Razbremenilna loputa? (Hidravlični izračun)
- Tlačni preizkus
- Ustrezen 10 letni tlačni test jeklenk
- Standard **SIST EN 12094-3:2003** določa, da je tipka za **proženje rumene** barve, tipka za **pridrzanje** gašenja pa **modre** barve
- V kolikor se jeklenka ne nahaja v prostoru gašenja-požarni kabel do aktivatorja gašenja



ZVD

Zavod za varstvo pri delu

IR kamera – gašenje s peno



Skladišče nevarnih snovi

Dvojavljalniška odvisnost/gašenje s peno



Skladišče nevarnih snovi Ročni aktivator



Hlajenje rezervoarjev



Tipična krmiljenja pri nevarnih snoveh

- **Nadzor koncentracije hlapov organskih topil:**
 - prvi alarm (15% SME) proži opozorilni zvočni alarm in bliskavko
 - drugi alarm (25 % SME): A1+najvišja stopnja prezračevanja oz. odsesovanja, včasih tudi izklop tehnologije, zapiranje ventila na dovodu in črpalk za transport topil, itd.)
- **Nadzor koncentracije kisika v vseh prostorih finalizacije, kjer se uporablja dušik**
 - A1 (19,5%): zvočni alarm; A2 (17,5%): A1 + zapre el.mag. ventil za dovod dušika
- **V zaprtih delih prostorov avtomatski sprinkler sistem**
- **V področjih, ki niso ogrevana oz. so odprta (npr. priročna skladišča organskih topil) instalacija deluge sistema (proži se ročno ali preko dvojavljalske odvisnosti**

Kot gasilno sredstvo se običajno uporablja težka pena, ki nastane z dodatkom 3% penila. Za hlajenje se uporablja voda.

Periodika pregledovanja sistemov APZ

Sistemi APZ	Periodika
Sistemi za odkrivanje in javljanje požara ter alarmiranje	5 let
Naprave za odvod dima in toplote	5 let
Požarne lopute	5 let
Naprave za odkrivanje in javljanje prisotnosti gorljivih plinov	2 leti
Varnostna razsvetljava	2 leti
Naprave za požarno vodno hlajenje: -sprinkler sistem, polivni sistem -gašenje s CO ₂ , Inergen, FM-200, NOVEC itd.	2 leti
Naprave za odkrivanje, javljanje in gašenje v transportnih cevovodih	2 leti
Črpališče požarne vode	2 leti
Sistemi za vzpostavljanje nadtlaka zraka v prostorih	5 let



ZVD

Zavod za varstvo pri delu



ZVD

Zavod za varstvo pri delu



ZVD

Zavod za varstvo pri delu





ZVD

Zavod za varstvo pri delu

VPRAŠANJA?