Praktické zkušenosti HZS nejen s likvidací fosforových kalů

Workshop Prevence havárií září 2026 - Pavel Kukleta

Úvod

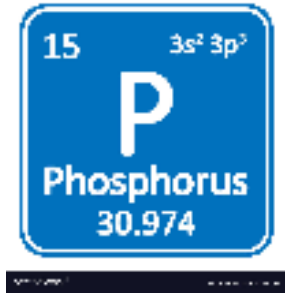
- **Praktické zkušenosti s asistencí při likvidaci nevhodně uskladněných fosforových kalů**
- **Proč nebezpečí bílého fosforu nečíhá jen v průmyslu**

- **Kauza Rajhrad (červen 2020) – Nelegální sklad v civilní zástavbě**
- Zásah jednotek HZS JHM při nálezu 210 kusů 200litrových plastových barelů s bílým fosforem. Průzkum termokamerami, řešení netěsností a okamžité dopouštění vody přímo na místě, aby se zabránilo vyschnutí a samovznícení. Zajištění trojnásobné požární ochrany (voda, pěna, prášek)
- **Řešení události:** Převoz sudů s fosforem do policejního skladu Znojmo….. Prozatím…

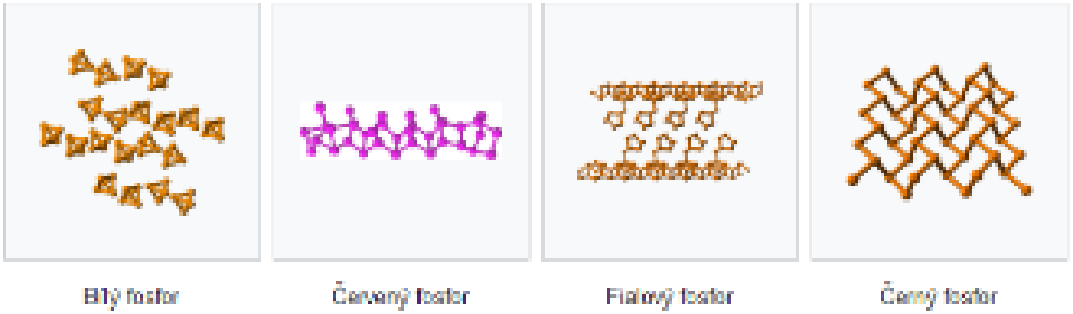
Lokace skladu

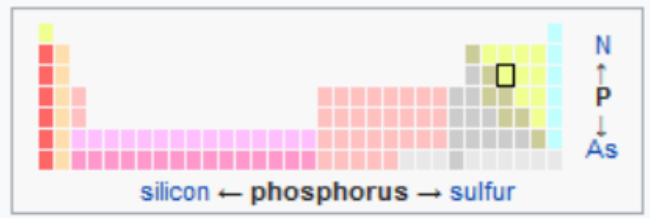
- Bývalý objekt stavebnin
- Neschválený objekt pro nakládání s NL
- Rušná ulice
- Blízko školy
- Bedny se starými airbagy

Bílý (žlutý) fosfor - Nebezpečná chemická látka



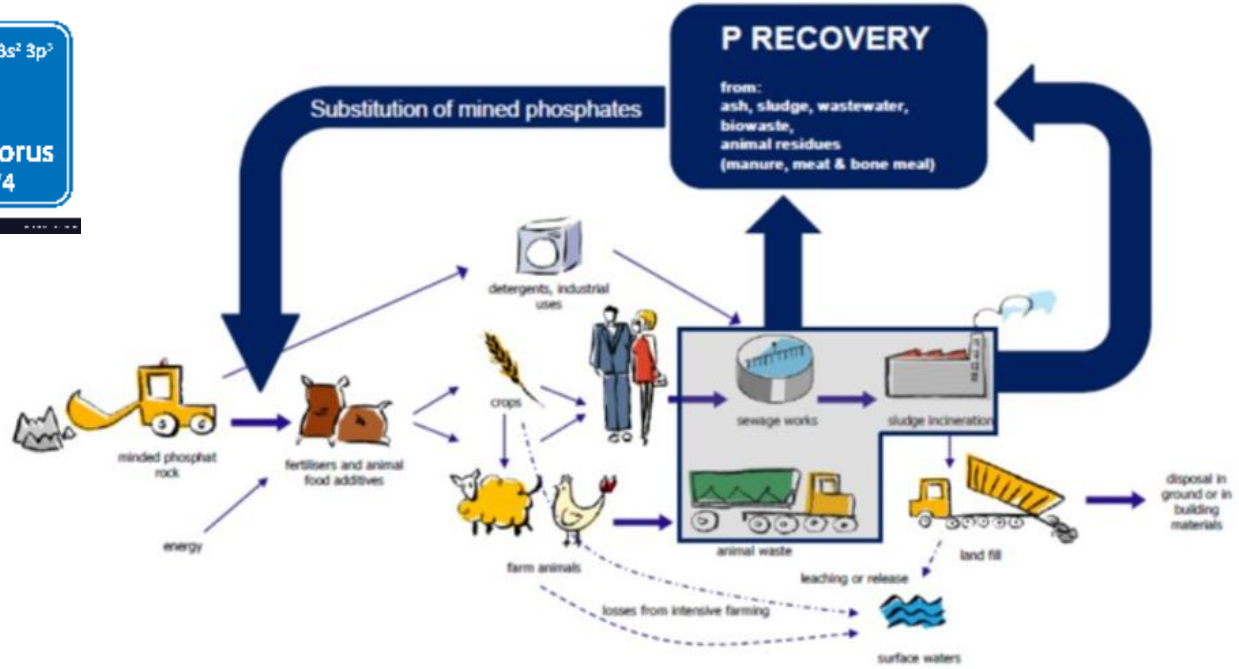
- **Fyzikálně-chemické vlastnosti**
  - Samozápalnost nad 30 °C, teplota tání 44,15°C, rozpustnost v tucích, sirouhlíku.
  - Vysoká teplota hoření 1300 – 1800 °C, hustý žíravý dým oxidu fosforečného
  - Nutnost trvalého uchovávání pod vodou.
  - Existují další formy tohoto prvku – alotropie
  - Změna pomocí fyzikálních podmínek (UV/tlak)
  - Toxicita záleží na formě prvku
  - Biogenní prvek 1% hmotnosti lidského těla

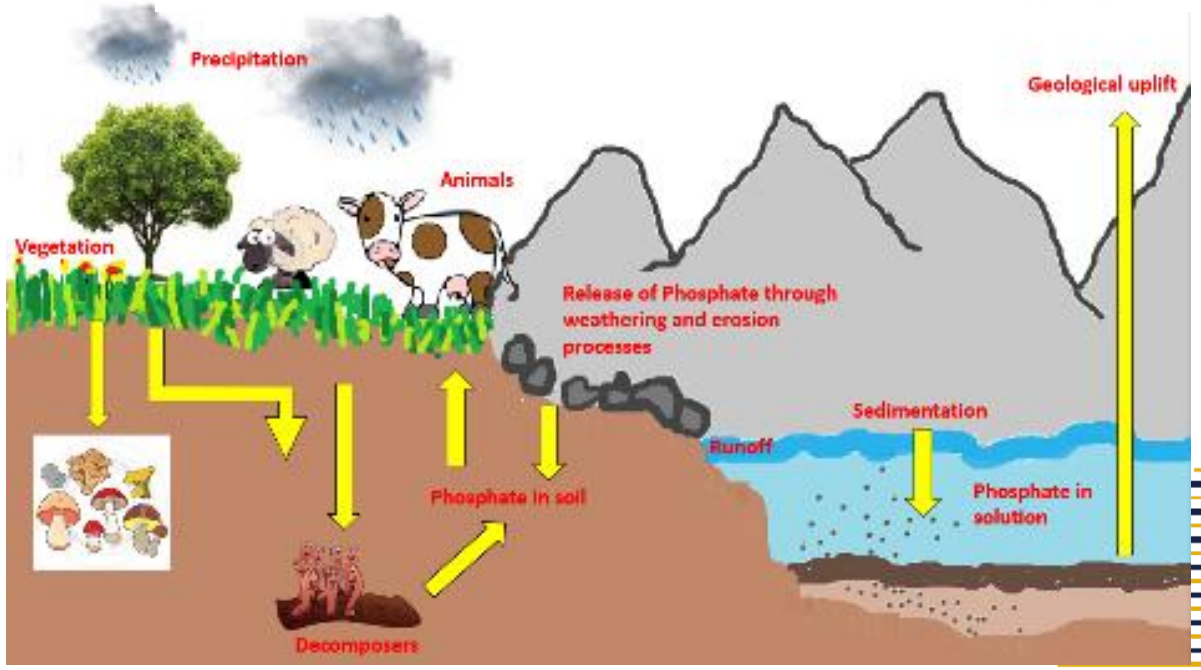




Chemie fosforu

- **Význam pro život:** Fosfor je nezbytný pro organismy; tvoří součást DNA, RNA, ATP a fosfolipidů.
- **Využití:** Většina vytěženého fosforu slouží jako hnojivo (potřeba roste 2× rychleji než lidská populace). Používá se i v detergentech, pesticidech či nervově paralytických látkách.
- **Přírodní zdroje:** Získává se z fosfátových dolů vzniklých ze zkamenělých zvířecích zbytků a exkrementů.
- **Historie:** Elementární fosfor poprvé izoloval alchymista Hennig Brandt v roce 1669 z moče. Kvůli světélkování a výskytu v kostním popelu získal v češtině obrozenecký název Kostík.





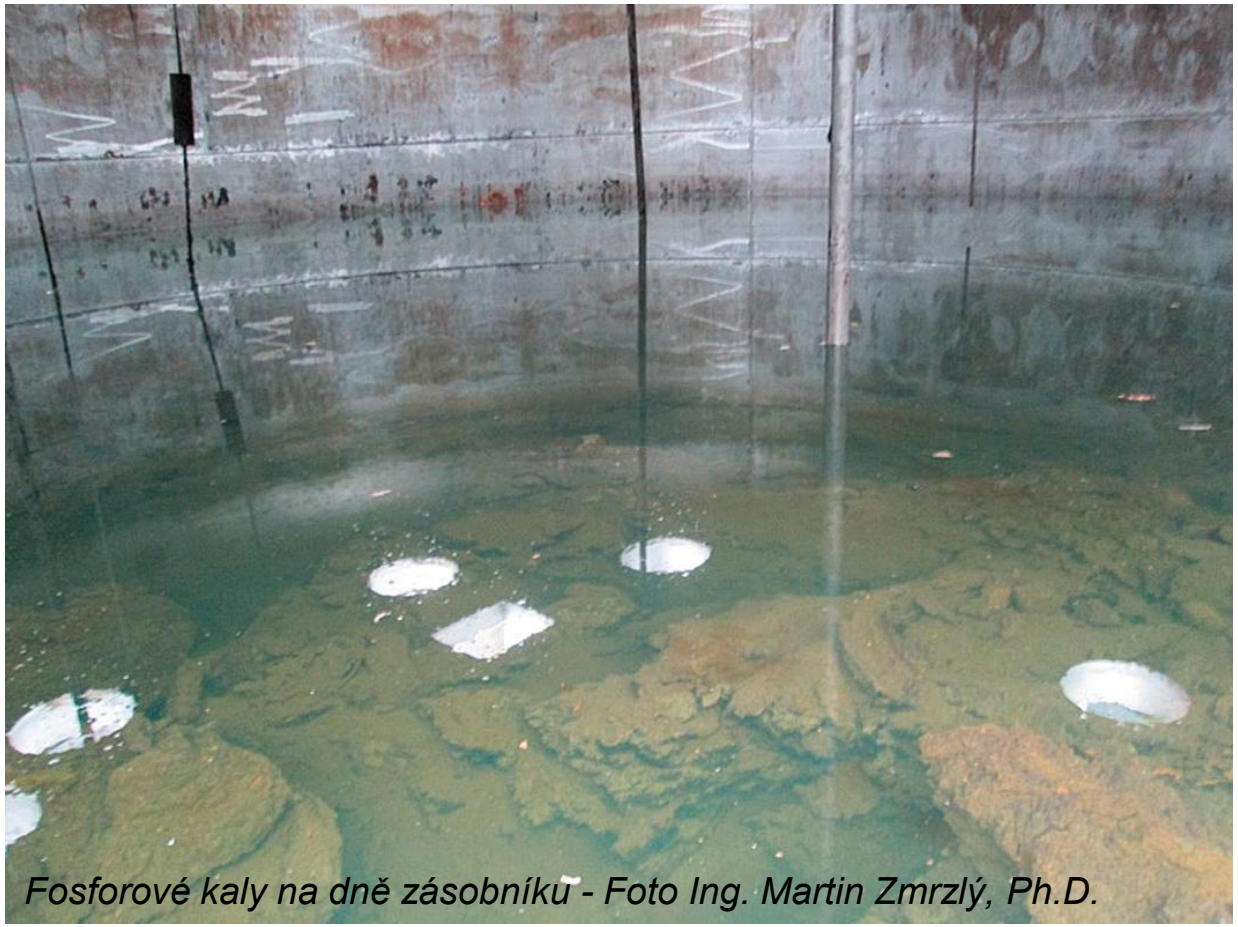
Začátek příběhu

Čištění zásobníků fosforu ve Fosfě Břeclav

Fosfa Břeclav

- Největší zpracovatel fosforu v ČR
- Produkty vyváží do 80 zemí světa
- Vstupní surovina bílý fosfor, dovážený v železničních cisternách z Kazachstánu
- V provozu je zahřátý fosfor na 80°C

Likvidace odpadu – selhání řetězce



Fosforové kaly na dně zásobníku - Foto Ing. Martin Zmrzlý, Ph.D.

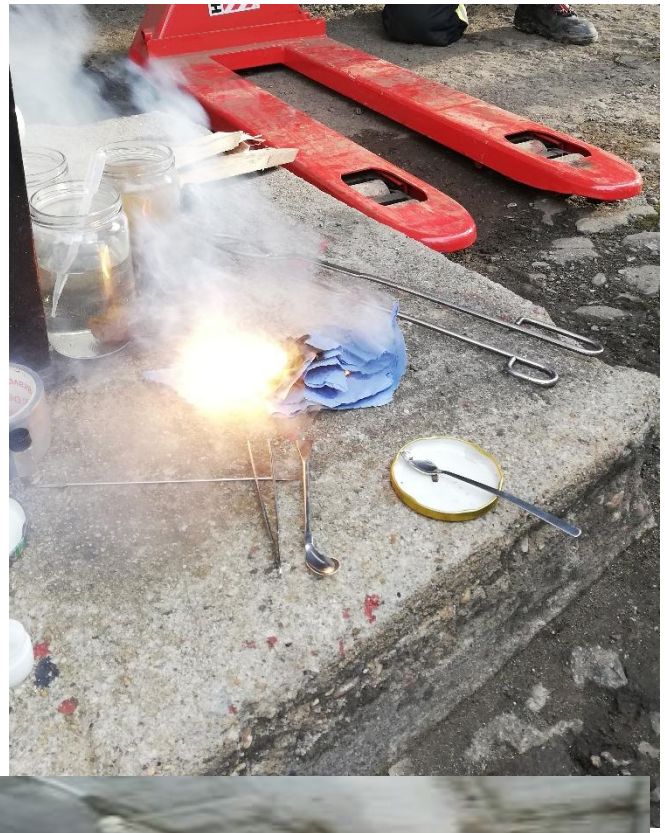
- Během čištění nerezových zásobníků fosforu kvůli opravě vznikl odpad - nerozpustný sediment ze dna zásobníku, kde je fosfor udržován kapalný. Kal s obsahem 60–90 % bílého fosforu byl mechanicky odstraněn a uzavřen do kovových sudů o objemu 200 l (celkem 56 tun) a předán k ekologické likvidaci firmě Ekotermex…
- Firma Ekotermex z kapacitních důvodů nestíhala odpady likvidovat a předala je dál. Část kalů navíc přebalila do neoznačených sudů od „lískooříškové pasty“ - 210 sudů (19 tun) se nekontrolovaně dostalo do Rajhradu (civilní zástavba), další část originálních obalech putovala do areálu Recovera v Olomouci v (kde došlo k zahoření v důsledku špatného zatřídění) a na skládku AVE Čáslav (kde došlo též k zahoření).

Zásah Rajhrad

- **Průzkum (asistence PČR)**

Zásah Rajhrad

- Analýza a identifikace látky (CHL Tišnov)
- Zabezpečení sudů – kontrola vody, balení (JPO)
- Převoz do skladu PČR Znojmo
  - 9 jednotek,
    - 77 příslušníků HZS.
    - 31 ks techniky.
    - fy Dekonta.
- Monitoring uložených sudů
- Zamezení nežádoucím reakcím



Uskladnění kalu PČR - monitoring HZS JHM

- **Logistická a biologická anabáze ve Znojmě (Cínová hora)**
- **Nouzový přesun 210 sudů kalů do policejních skladů MV ČR Znojmo – Cínová hora**
- Problém náhradních obalů od„lískooříškové pasty“ – organické zbytky v sudech začaly v kombinaci s fosforovou vodou zahnívat, což vedlo k nafukování obalů, vývinu jedovatého fosfinu (do 1 ppm), hnilobného sulfanu a těkavých látek.
- Úspěšná sanace v srpnu 2020 (Dekonta) a říjnu/listopadu 2020 (HZS JHM)

Uskladnění kalu - Likvidace

- Postupný odvoz do spalovny v roce 2021
- Soudní dohra kauzy v roce 2024.

Zásah RECOVERA Olomouc

- Foto HZS OLK – další část kalu v původních obalech
- Dle neověřených informací nesprávně deklarovaná nebezpečnost odpadu při předání

Dohra

- **Finanční dopad:**
  - PČR původně požadovala škodu 11 milionů Kč, obžalovaní a zapojené firmy ale nakonec uhradili na pokutách jen zlomek této částky.
- **Uložené tresty:**
  - 20 měsíců vězení (nepodmíněně) za uskladnění látek v Rajhradě.
  - 2× podmíněný trest.
- **Opomenutá rizika a nelegální přeprodej:**
  - V průběhu likvidace se neopomnělo, že fosforové kaly byly kontaminovány dalšími látkami – znalecky stanoéné složení směsi: průměrně 67 % bílého fosforu, 209 mg/kg arsenu, 22 mg/kg thalia, 55 mg/kg antimonu, 39,5 mg/kg olova a 37,2 mg/kg zinku (při přepočtu na 19 tun jen v Rajhradě bylo takto uloženo
  - Část tohoto materiálu byla přesto přeprodávána jako technický fosfor.

(Zdroj: odpady-online.cz, idnes.cz, rozsudek: https://msp.gov.cz/documents/d/krajsky-soud-v-brne/2to_68_2024-pdf)

- **Pokud počítáme teoretický potenciál pro způsobení smrtelné otravy při požití dospělým člověkem (cca 70 kg), jeden 200l sud (200 kg kalů) by obsahoval:**

• Bílý fosfor (134 kg): cca 1 900 000 smrtelných dávek *(LD_{50} ~ 70 mg/osobu)*
• Arsen (41,8 g): cca 280 smrtelných dávek *(LD_{50} ~ 150 mg/osobu)*
• Antimon (11,0 g): cca 9 smrtelných dávek *(LD_{50} ~ 1,2 g/osobu)*
• Thallium (4,4 g): cca 5 smrtelných dávek *(LD_{50} ~ 900 mg/osobu)*
• Olovo (7,9 g): bez významné akutní dávky *(spíše chronická toxicita)*
• Zinek (7,4 g): bez významné akutní dávky *(nízká toxicita v tomto množství)*

Proč nebezpečí bílého fosforu nečíhá jen v průmyslu

Kyjov 24.-25. duben, 2019

Poloprovozní výroba OPL

- Zatímco bílý fosfor (P_4) je doménou průmyslu a armády, červený fosfor (P_8) je klíčovým prekurzorem pro nelegální výrobu pervitinu.
- Příklady:
  - Kyjov 2019 (cca 100 kg P_8 ve sklepě RD + další NL).
  - Nedvědice 2016 (cca 50 kg P_8 v RD + dalších 10 tun NL).
  - V porovnání s běžnými varnami OPL, kde se zajišťují pouze gramové až dekagramové vzorky.
- **K transformaci P_8 na P_4 stačí destilace bez přístupu vzduchu nebo i mechanický podnět který každý zná…**

Lokace Kyjov

Průzkum nemovitosti

- **Nevhodně uložené chemické látky**

Mechanismu vzniku P_4 ve varnách OPL

- **Hlavní příčina:** Nechtěná transformace červeného fosforu (používaného jako katalyzátor při redukci efedrinu/pseudoefedrinu).
  - **Mechanismy vzniku ve varnách:** Tepelná konverze (depolymerizace): Při přehřátí reakční směsi nad 260–300 °C (bez přístupu vzduchu) se červený fosfor odpařuje. Při následném ochlazení v aparatuře kondenzuje jako vysoce reaktivní bílý fosfor.
  - **Redukce náhradních prekurzorů:** Snaha obejít regulace červeného fosforu využíváním kyseliny fosforečné či fosforité. Jejich redukce či disproporcionace za vysokých teplot generuje přímo bílou formu.
  - **Regenerace fosforu:** Riziko konverze při neodborném čištění a opětovném tavení použitého fosforu.
  - **Rizko:** Požár, výbuch, otrava při požití…

Historická zátěž (munice)

Zadýmovací a zápalné slože

Riziko nálezu P_4 – munice

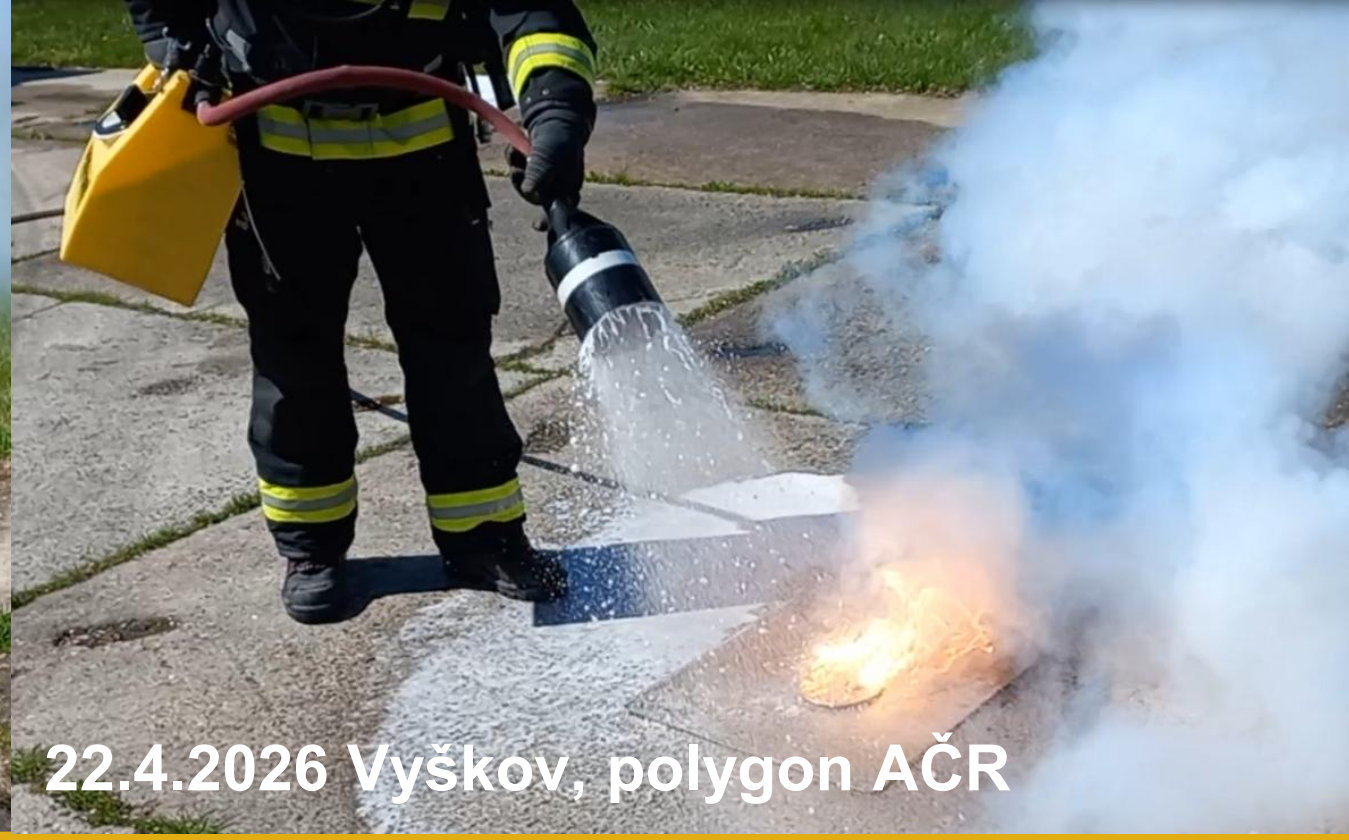
- **Nálezy munice s bílým fosforem (v naší zemi převážně z 2. světové války)**
  - **V důsledku vysychání břehů řek** - nález bagristou na dně Vltavy ve Větřní v srpnu 2026 - americká 81mm dělostřelecká mina WP Smk Shell M57
  - **Lesní požáry (odlesňování) –** Boří les Břeclav (Muna)
  - **tento typ munice se stále používá** – je sice zakázána pro použití proti živé síle, ale jako osvětlovací a zadýmovací složí je povolena

První pomoc a medicínská péče

Léto 2025

První pomoc při popáleninách P_4

- **Zásadní význam trvalého vlhčení + chlazení** (voda/fyziologický roztok) k zamezení opětovného vzplanutí.
- **Ochrana dýchacích cest zasahujících**
- **Mechanické odstraňování částic výhradně kovovými nástroji** (nebezpečí prohoření rukavice zachránce).
- **Přísný zákaz water gelů a lipidových mastí** (bílý fosfor je v nich rozpustný, což dramaticky urychluje jeho vstřebávání do těla a vyvolává systémovou toxicitu).
- **Zákaz kyslíkových masek v případě částic v obličeji** (potencuje hoření)
- **Výukové video a vědecká osvěta (2025):** Spolupráce CHL Tišnov na projektu FN Královské Vinohrady - instruktážní video pro záchranáře. Smluvně uvolněno pro HZS JmK.



Nové hasivo pilotní test– GŘ HZS

22.4.2026 Vyškov, polygon AČR

- Voda/ přenosné pěnotvorné zařízení ProPAK a pěnový hasicí přístroj PROTENG ZENOVA FX.
- Pokus organizoval genpor. Ing. František Malenínský a firma HMC Group s.r.o pod záštitou plk. Ing Martina Legnera
- Testy prokázaly dobré hasicí účinky testovaného pěnidla na hořící fosfor.

- Proběhne testování na TUPO a klinice vojenské medicíny v Hradci Králové pro ověření možnosti přímé aplikace pěnidla na zasažené lidské tělo.

https://mediateka.suspilne.media/en/media/26

Díky za pozornost

Pavel Kukleta

Kontakt: +420 724 607 063