

# Rychlé stanovení kontaminace alfa ve vodě pomocí LSC (Triathler™)

Michal Fejgl, Věra Bečková, Radim Filgas  
*SÚRO Praha, Bartoškova 28, Praha 4, 14000,*  
e-mail: [michal.fejgl@suro.cz](mailto:michal.fejgl@suro.cz)



# Triathler™

- Jednokomorový LSC spektrometr
- Diskriminace alfa a beta
- Schopnost exportovat 2D spektra
- ➔ **Umožňuje operativní stanovení kontaminací alfa**
- Díky malým rozměrům a hmotnosti (9 kg) je použitelný jako mobilní analyzátor

# Cíle výzkumu:

- Optimalizovat metodiku umožňující stanovení celkové alfa aktivity ve vzorcích vod po dekontaminaci zamořených osob či techniky.
- Odvodit MDA pro celkovou Alfa aktivitu
- Analýzy těchto vod jsou komplikovány:
  - 1) Vlivem nečistot obsažených ve vodě
  - 2) Zvýšenou aktivitou beta oproti aktivitě alfa



# Složení vod používaných k dekontaminaci

## ➤ AČR používá:

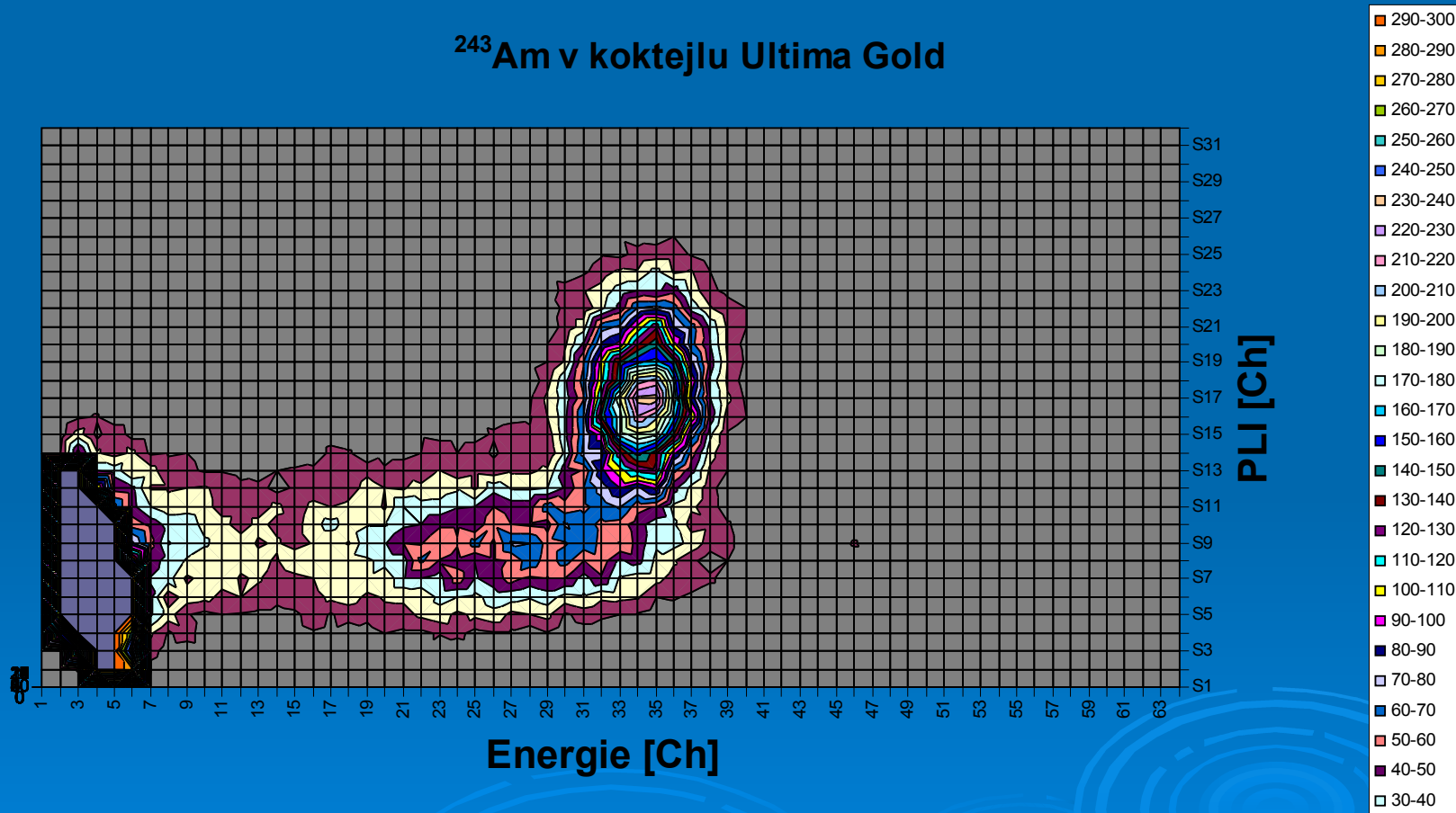
- Směs č.4: detergent Linka, 3% vodný roztok
- Směs č.5: detergent Linka, 3 % vodný roztok, 2% roztok Na(OH)
- Dezaktivací směs:detergent Alfa, 0,5% vodný roztok

## ➤ HZS ČR používá:

- Vody obohacené o 1 až 5 % pěnidel používaných k hašení. Jsou to Sthamex F15 3%, Sthamex F15 AFFF 3% a Moussol ASP F-15

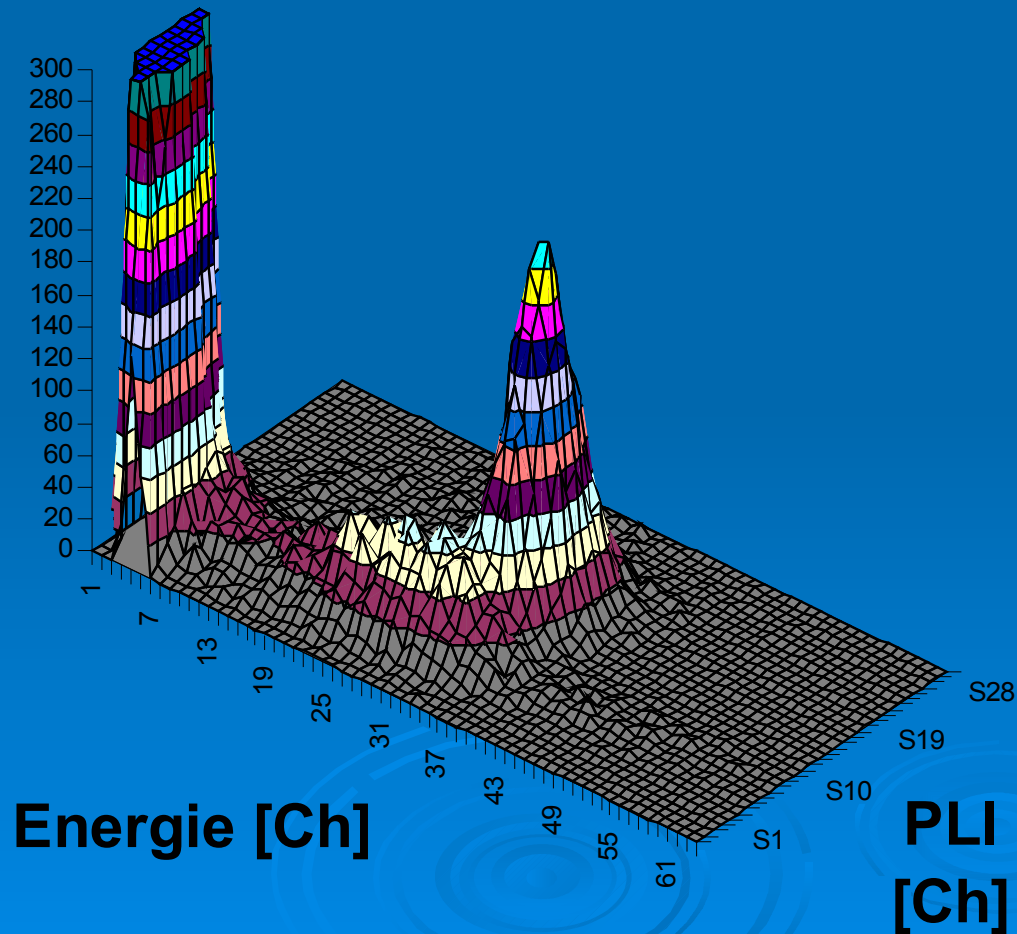
# Standardní 2D spektrum vzorku obsahujícího $\alpha$ i $\beta$ aktivitu

$^{243}\text{Am}$  v koktejlu Ultima Gold



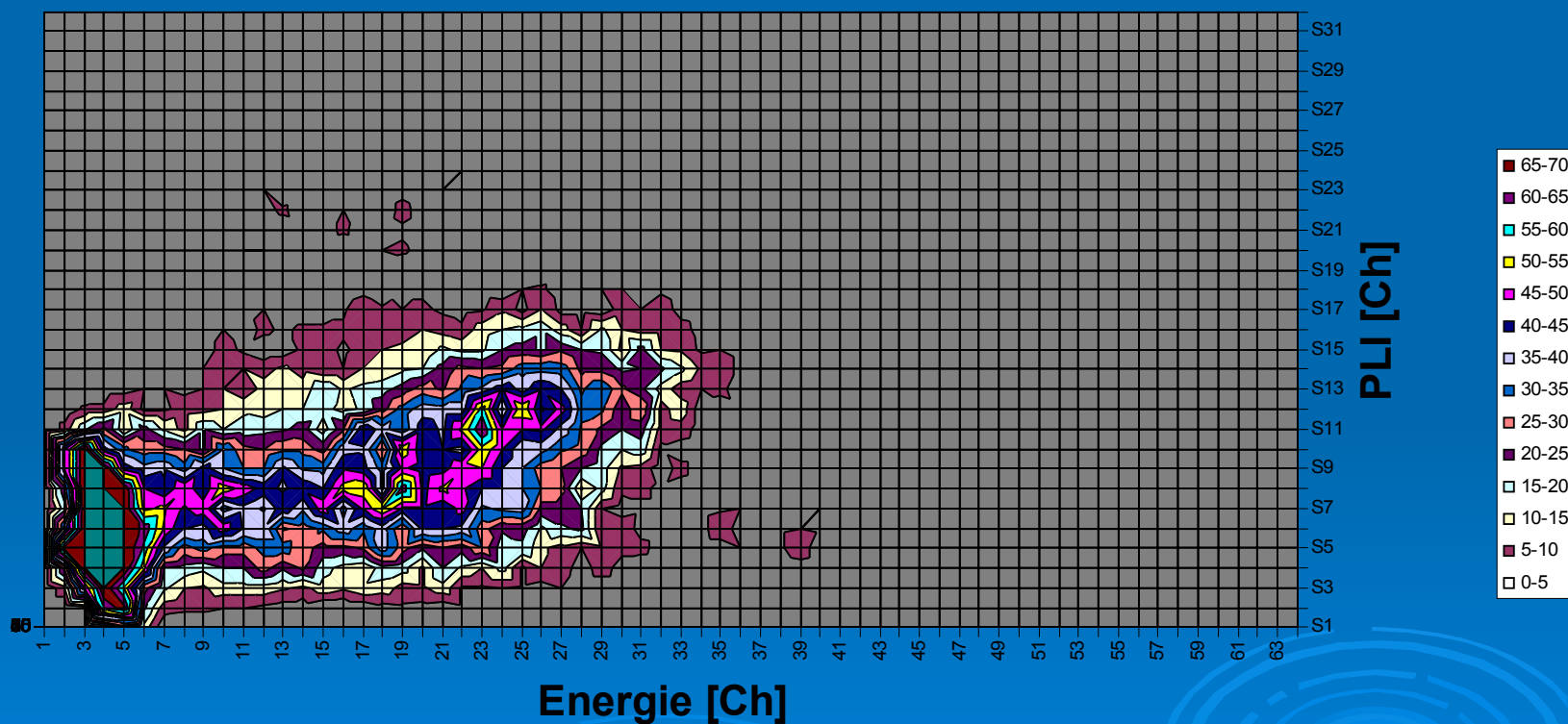
# 3D

## $^{243}\text{Am}$ v koktejlu Ultima Gold - 3D projekce



# Ukázka 2D spektra degradovaného přídatkem zhášedla v podobě dekontaminačního prostředku

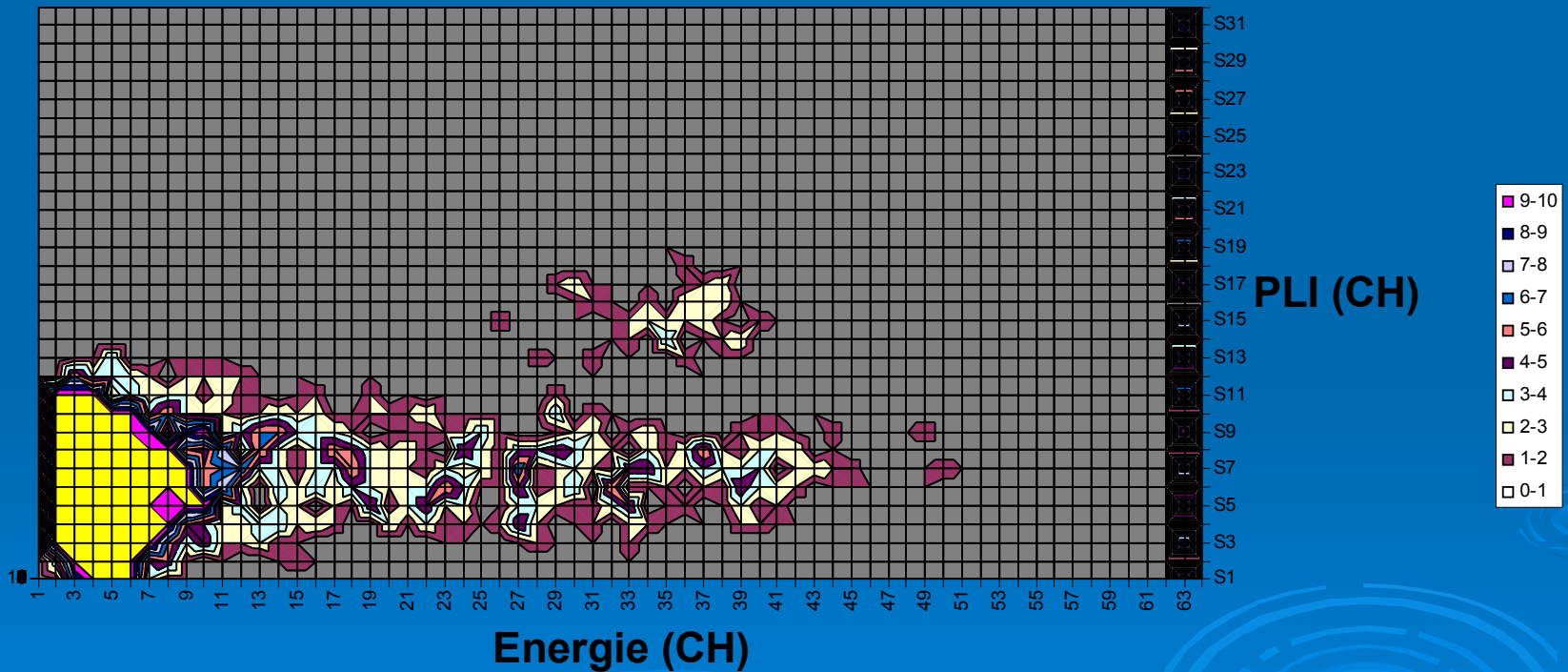
$^{243}\text{Am}$  s koktejlem Ultima Gold s přídatkem jaru





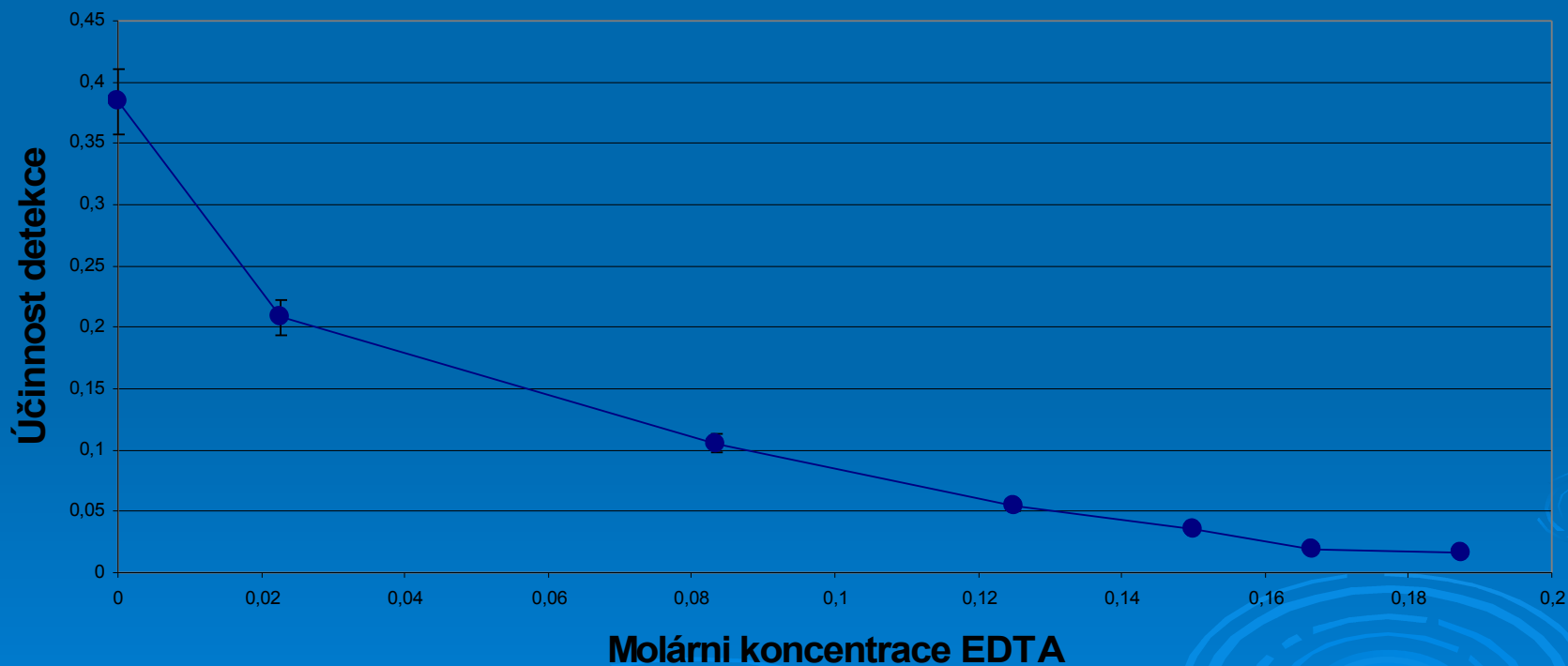
Ukázka 2D spektra. Přídavkem EDTA došlo ke snížení účinnosti detekce, nedošlo ale k degradaci spektra

$^{243}\text{Am}$  v 0,19M roztoku EDTA



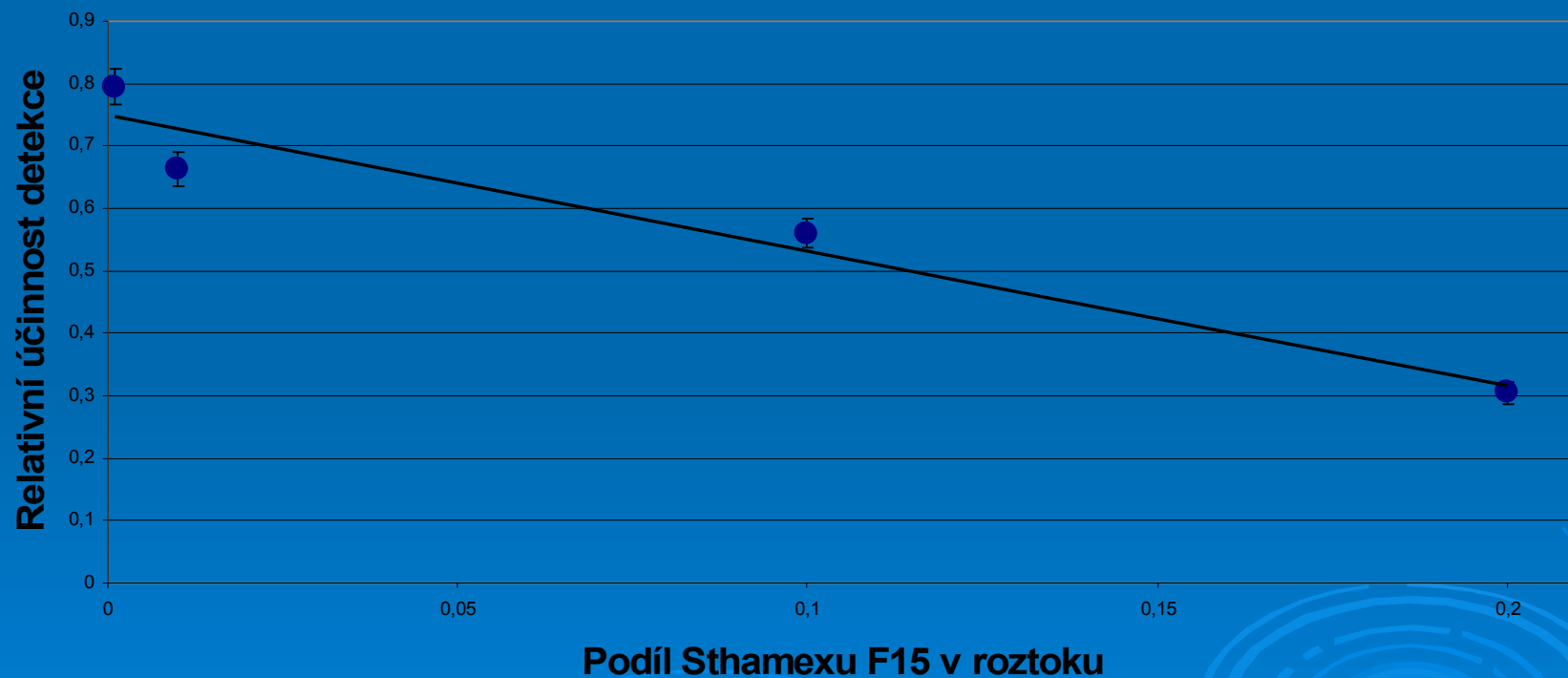
# Ztráta účinku detekce alfa přidáváním komplexonu EDTA

## Účinnost detekce alfa



# Ztráta účinku detekce alfa přidáváním hasící pěny Sthamex F15

## Účinnost detekce alfa



# Stanovení celkové alfa aktivity ve vzorku

## ➤ **Metoda zhášecí křivky**

Vyžaduje znalost chemického složení měřeného vzorku

Metoda vhodná pro měření velkého množství podobných vzorků

## ➤ **Metoda standardního přídávku**

Vyžaduje každý vzorek měřit dvakrát

Vhodné na měření individuálních vzorků

# Metoda standardního přídavku

$$\eta = \frac{CPM_{(std+ vz)} - CPM_{(vz)}}{DPM_{(std)}}$$

$$DPM_{(vz)} = \frac{CPM_{(vz)} - B}{\eta}$$

DPM je počet rozpadů za minutu ve vzorku (vz) a ve standardu (std)

CPM je počet impulsů za minutu ve vzorku (vz) a ve vzorku po přidání standardu (std+vz)

B je počet impulsů za minutu v pozadí

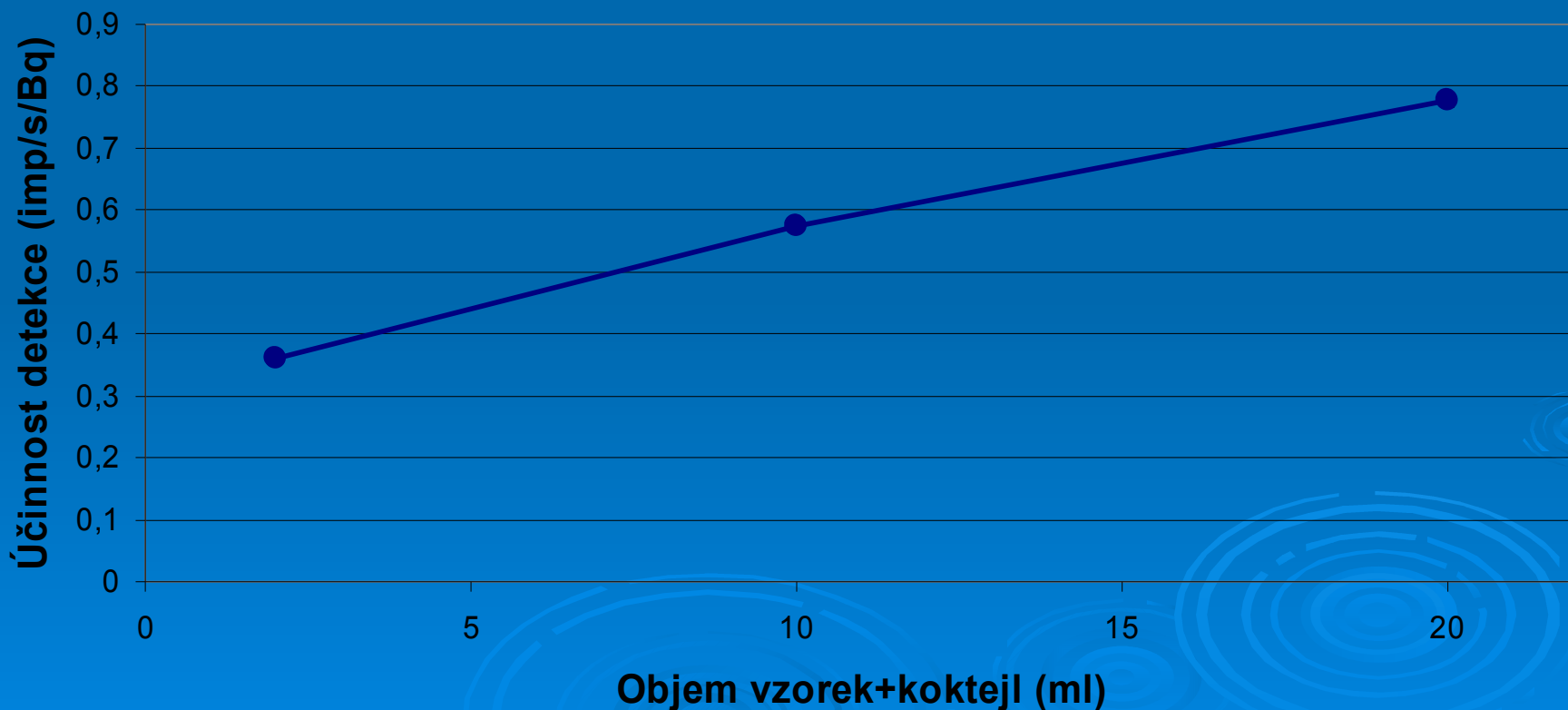
$\eta$  je účinnost detekce v impulsech za minutu na jednu dezintegraci



# Účinnost detekce alfa podle objemu vzorku

objem vzorek+koktejl (ml)	2	10	20
účinnost imp/s/Bq	$0,364 \pm 0,006$	$0,560 \pm 0,008$	$0,776 \pm 0,009$

Účinnost detekce dle objemu



# Generace hodnot MDA podle objemu vzorku (vypočteno pro čas 600 s)

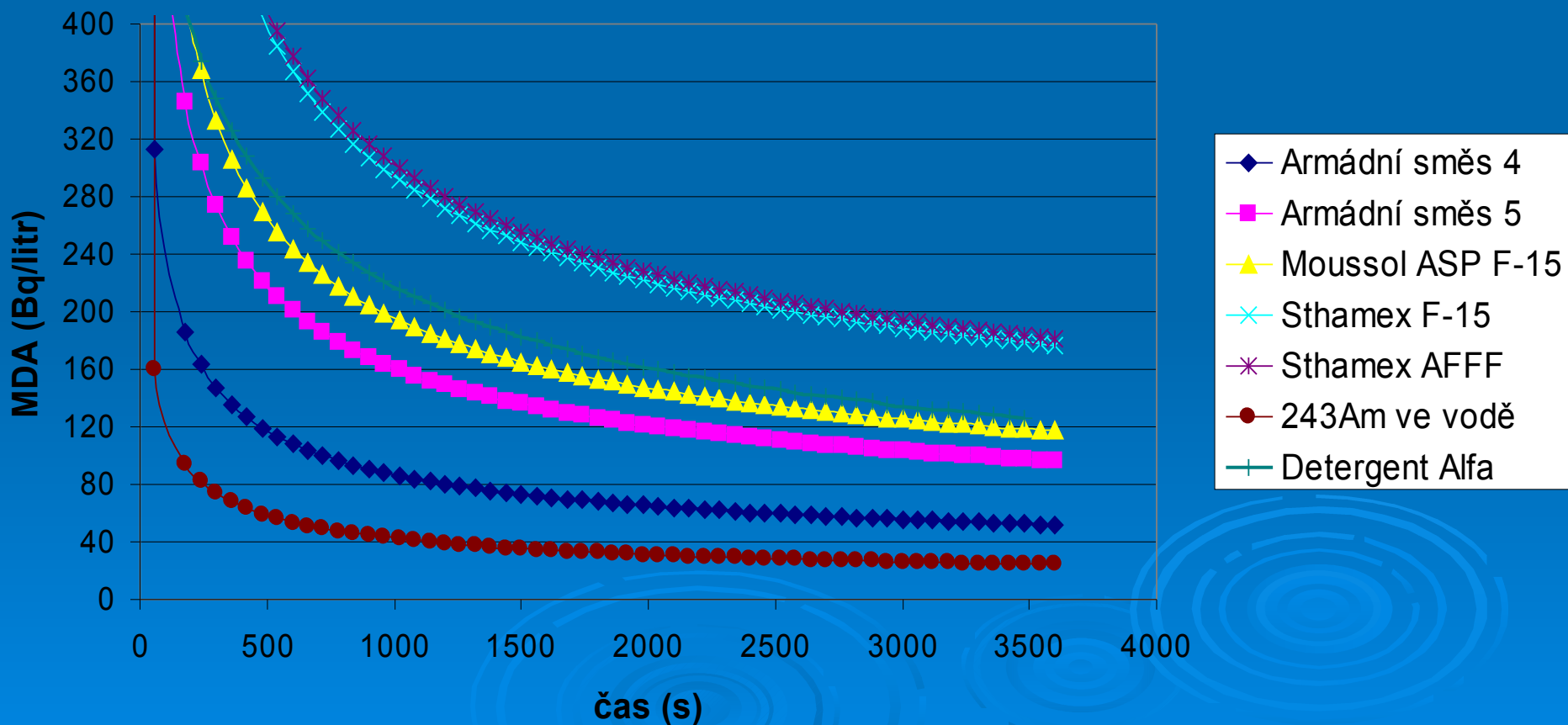
objem vzorku (ml)	1	5	10
účinnost detekce alfa (imp/s na Bq)	0,36	0,57	0,78
pozadí (imp/600s)	12	67	158
MDA (Bq/vzorek)	0,09	0,12	0,13
<b>MDA (Bq/litr)</b>	<b>87,1</b>	<b>23,7</b>	<b>13,1</b>

% MDA při objemu 1 ml

27,2      15,1

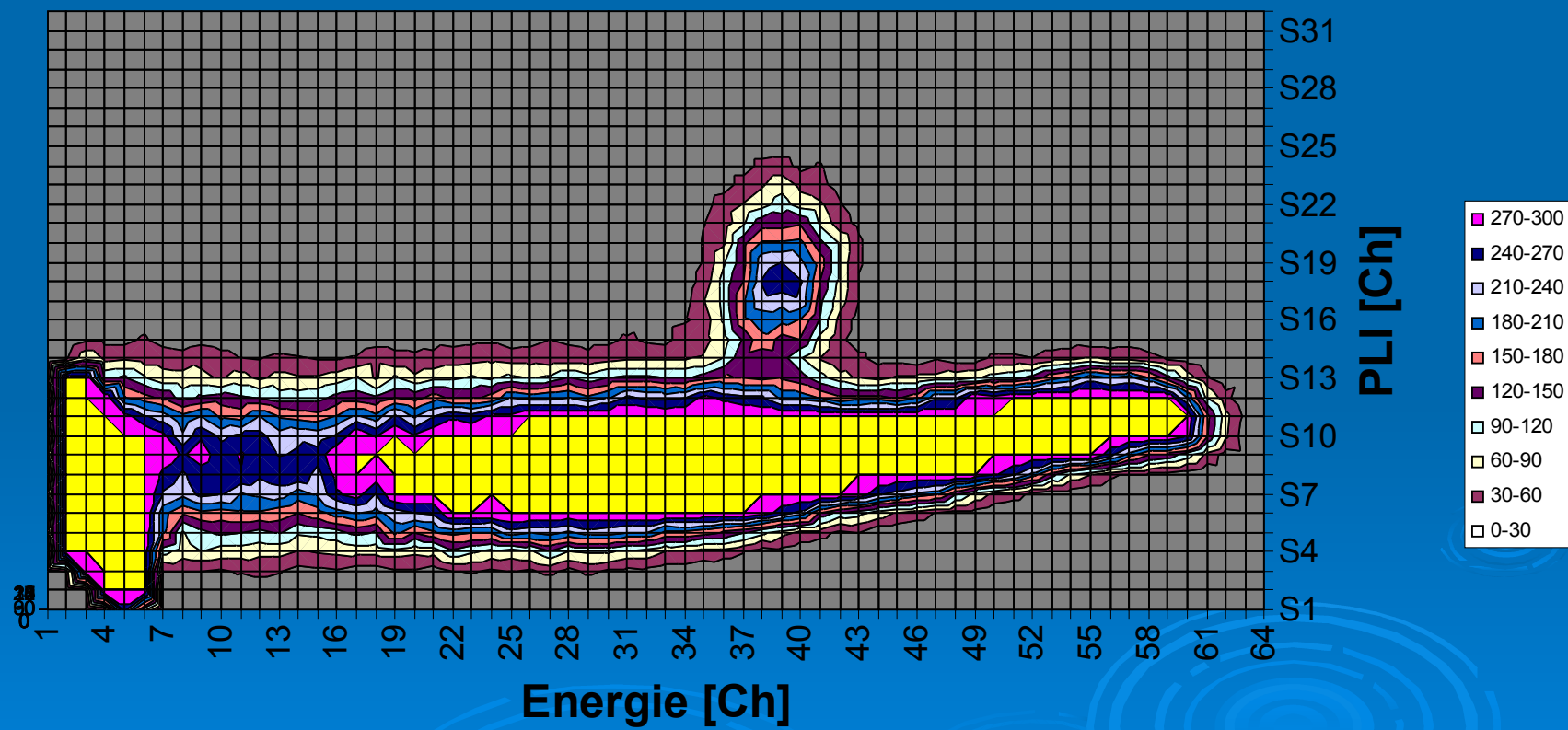
# Hodnoty MDA pro používané dekontaminační prostředky v používaných koncentracích. Odvozeno pro objem vzorku 1 ml.

Nomogram času potřebného k dosažení úrovně MDA



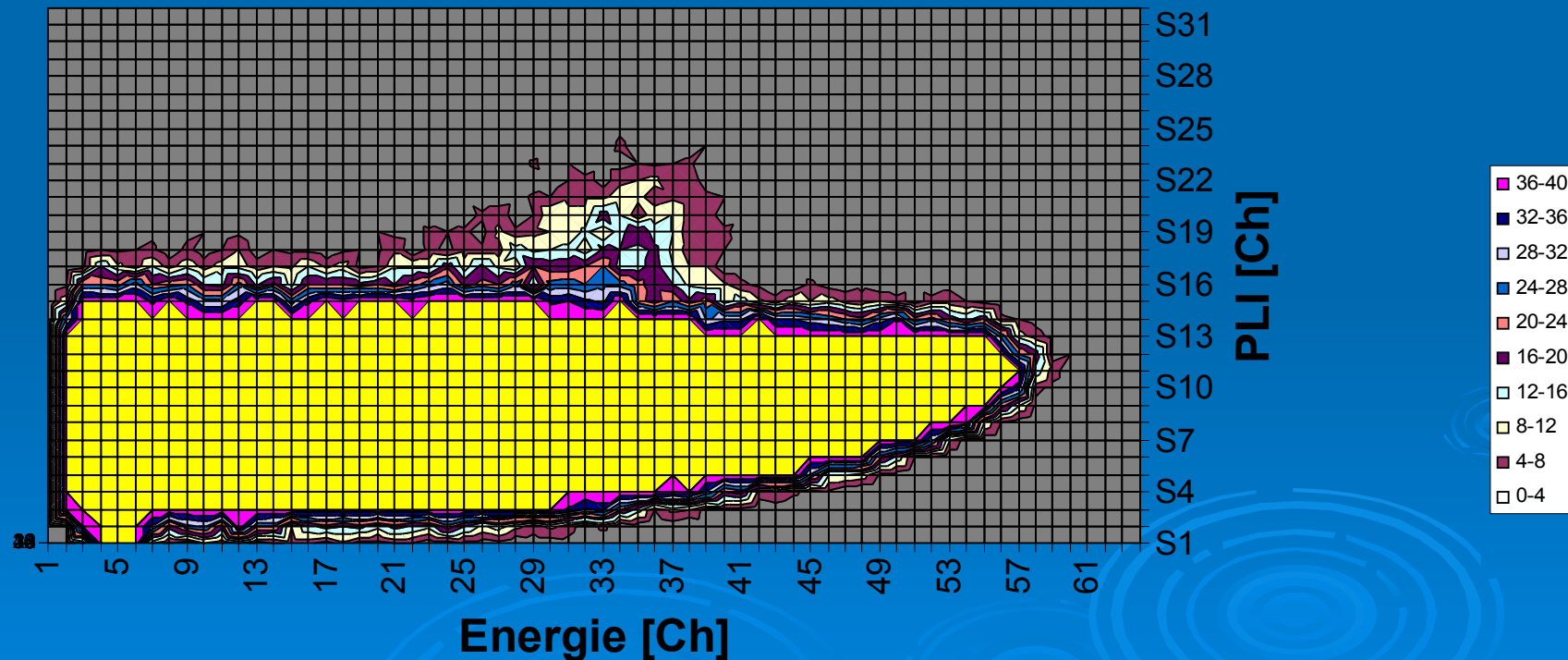
# Přesah pulsů beta do „ROI“ alfa

$^{90}\text{Sr}$  a  $^{243}\text{Am}$   
Poměr aktivit 10:1



# Přesah pulsů beta do „ROI“ alfa

$^{90}\text{Sr}$  a  $^{241}\text{Am}$   
Poměr aktivit 100:1





# Závěr

- **Při desetiminutovém měření celkové  $\alpha$  aktivity bylo dosaženo MDA:**
  - v rozsahu 15 až 60 Bq/litr v případě používaných dekontaminačních roztoků
  - přibližně 8 Bq/litr v případě vodovodní vody
- **Celková alfa aktivita je vyhodnotitelná pokud poměr aktivit  $\beta/\alpha$  nepřekročí úroveň prvních desítek**