

$$j = \text{•••••} T^4$$



# INSTITUT "JOŽEF STEFAN" (IJS)

ODSEK ZA FIZIKO NIZKIH IN SREDNJIH ENERGIJ (F2)

ODSEK ZA ZNANOSTI O OKOLJU(O2)

## Ugotavljanje stopnje radioaktivnosti in vsebnosti drugih onesnažil v živilih z analitskimi metodami

doc. dr. Benjamin Zorko

doc. dr. Marko Štrok

prof. dr. Nives Ogrinc

dr. Marijan Nečemer

dr. Jasmina Kožar Logar

Institut "Jožef Stefan", Jamova cesta 39, Ljubljana, Slovenija



# UGOTAVLJANJE STOPNJE RADIOAKTIVNOSTI IN VSEBNOSTI DRUGIH ONESNAŽIL V ŽIVILIH Z ANALITSKIMI METODAMI

## KAZALO

- × Uvod
- × Predstavitev dejavnosti
- × Zagotavljanje analiz po akreditiranih postopkih
- × Radioaktivnost v hrani in krmi
- × Ugotavljanje geografskega porekla živil
- × Ugotavljanje pristnosti živil
- × Sklepi

# PREDSTAVITEV DEJAVNOSTI



- ✗ Institut »Jožef Stefan« na področju varne hrane že desetletja zagotavlja analitske metode ugotavljanja vsebnosti onesnažil v živilih, stopnje onesnaženosti živil, razvoj novih metod in pristopov za ugotavljanje porekla živil



Spektrometrijski sistem za visokoločljivostno spektrometrijo gama (VLG)

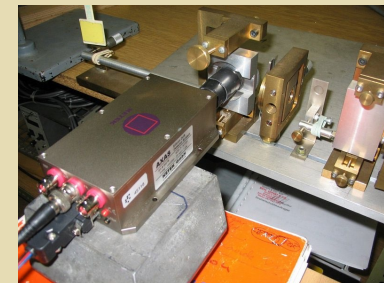


Masni spektrometer za stabilne izotope lahkih elementov

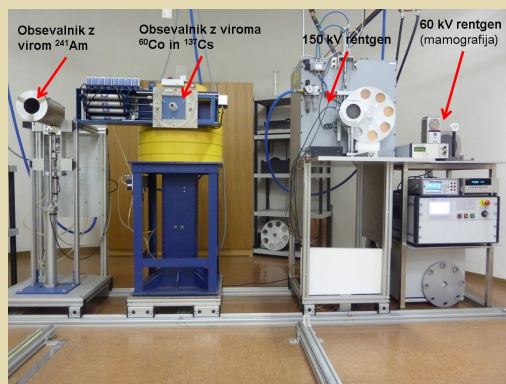
MC ICP-MS



Scintalcijski števci QUANTULUS (Perkin Elmer)



Spektrometer za TXRF analize



Obsevalna oprema v NDS

Proportionalni števec FHT 770T-6, Eberline z nizkim ozadjem, ki je namenjen predvsem meritvam sevalcem beta, kot sta Sr-90 in Sr-89.



# PREDSTAVITEV DEJAVNOSTI



## × Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij - F2

- + V skupini za meritve ionizirajočega sevanja izvajamo osnovne in aplikativne raziskave v fiziki nizkih in srednjih energij (atomska in jedrska fizika);
- + Ukvarjamo se z radiološkim varstvom okolja
  - × nadzor obratovanja jedrskih objektov (ocena učinkov)
  - × nadzor vsebnosti radioaktivnih snovi v živilih in okolju
- + V okviru odseka deluje Ekološki laboratorij z mobilno enoto (ELME), ki je specializirana enota Civilne zaščite (CZ URSZR).

## Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij – F2

<https://f2.ijs.si/>

Struktura  
hadronskih  
sistemov

Raziskave  
atomov,  
molekul in  
struktur s fotoni  
in delci

Premična  
arheološka  
dediščina

Mikroanalitski  
center

Meritve ionizirajočega sevanja  
(vodja: doc. dr. Benjamin Zorko)

Akreditacija po standardu ISO/IEC 17025

<https://f2.ijs.si/sl/infrastruktura/ISMIS>

TLD  
Laboratorij za TL  
dozimetrijo

NDS  
Laboratorij za  
dozimetrične  
standarde

B. Zorko et. al.,

XRF  
Laboratorij za  
rentgensko  
spektrometrsko  
analizo

ELME

LSC  
Laboratorij za  
tekočinsko-  
scintilacijsko  
spektrometrijo

LMR  
Laboratorij za  
meritve  
radioaktivnosti

# PREDSTAVITEV DEJAVNOSTI



## × Odsek za znanosti o okolju - O2

- + V skupini za Organsko biogeokemijo izvajamo osnovne in aplikativne raziskave na področju kakovosti, varnosti in pristnosti živil;
- + Ukvarjamo se z raziskovanjem prepletanja fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov, ki oblikujejo naše okolje, ter vpliv človeka in njegove dejavnosti na okolje.

## Odsek za znanosti o okolju - O2

<http://www.environment.si/>



# ZAGOTAVLJANJE ANALIZ PO AKREDITIRANIH POSTOPKIH

- ✗ Odseka F2 (LMR) in O2 (Radiokemija) sta s pooblastilom št. 35400-3/2019/12 z dne 14. 1. 2020, ki jo je izdala Uprava Republike Slovenije (URSJV), pooblaščen za izvajanje monitoringa radioaktivnosti v okolju
- ✗ Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij F2 (*akreditacijski listini LP-022 in LK-017*):

## Sistem kakovosti v skladu z zahtevami standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2017

- ✗ **Vzorčevanje in priprava vzorcev (SIST 17025)**
  - ✗ **visokoločljivostna spektrometrija gama (VLG)**
  - ✗ **Tekočinsko-scintilacijska spektrometrija (LSC) (H-3 (voda, urin), C-14, celokupni sevalci  $\alpha$  in  $\beta$ )**
  - ✗ **Rentgenska spektrometerska analiza (XRF)**
  - ✗ **Termoluminiscenčna dozimetrija (TLD) – analiza obsevanih živil**
  - ✗ Priprava in interpretacija rezultatov meritev
  - ✗ Radiološka mobilna enota (ELME)
  - ✗ kalibracije merilnikov hitrosti doze in površinske kontaminacije (SSDL)
- ✗ Odsek za znanosti o okolju O2 (*akreditacijska listina LP-090*):

## Sistem kakovosti v skladu z zahtevami standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2017

- ✗ **Sr-89/Sr-90**
- ✗ **C-14 (zrak, alkalne tekočine)**
- ✗ **H-3 (voda, urin)**
- ✗ **Elementna sestava vzorcev**
- ✗ **Aktinidi (U, Pu, Ra, ...)**
- ✗ **Stabilni izotopi**

# ZAGOTAVLJANJE ANALIZ PO AKREDITIRANIH POSTOPKIH

- ✘ **Monitoringi radioaktivnosti v okolju in drugi programi in projekti, kjer ugotavljamo koncentracijo kontaminantov v hrani:**
  - + Nadzor radioaktivnosti v okolici NEK – **obratovalni monitoring (NEK)**
  - + Monitoring radioaktivnosti v življenjskem okolju (URSJV)
  - + Monitoring radioaktivnosti pitne vode (URSVS)
  - + Neodvisni nadzor obratovalnega monitoringa (NEK + URSJV)
  - + **Monitoring radioaktivnosti krme (MKO)**
  - + Monitoring radioaktivnosti v okolici Centralnega skladišča RAO v Brinju (ARAO)
  - + Meritve koncentracij radionuklidov v plinastih efluentih (NEK)
  - + Meritve skupne aktivnosti sevalcev alfa in beta v pitni vodi (URSVS)
  - + Vzdrževanje in zagotavljanje pripravljenosti na izredni dogodek (NEK, URSZR - MORS)
  - + Monitoring radioaktivnosti v okolici Žirovskega Vrha

# ZAGOTAVLJANJE ANALIZ PO AKREDITIRANIH POSTOPKIH

✘ Odseka F2 (LMR) in O2 (Radiokemija) sta z odločbo št. U3301-4/2021 z dne 08.01.2021, ki jo je izdala Uprava Republike Slovenije za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (URSVHVVR-MKGP), določena za uradna laboratorija za opravljanje uradnih analiz radioaktivnosti v vzorcih živil.

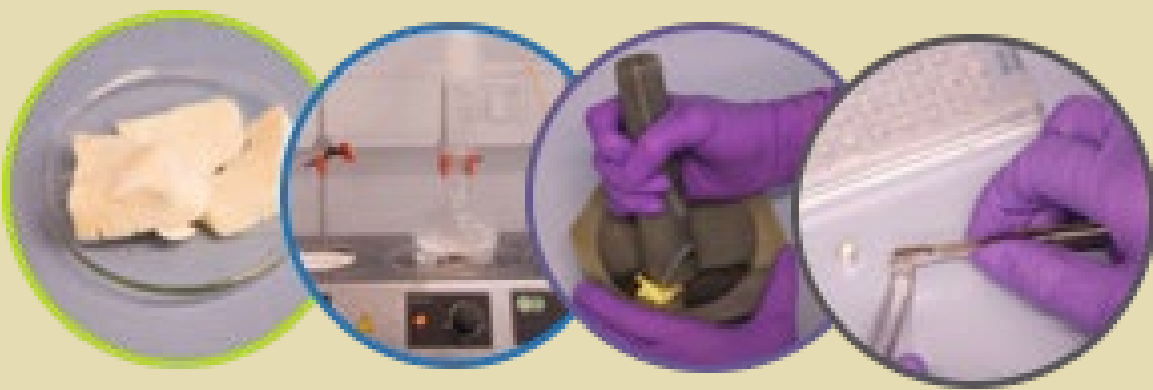


Priprava vzorcev hrane za analizo z visokoločljivostno spektrometrija gama (VLG)



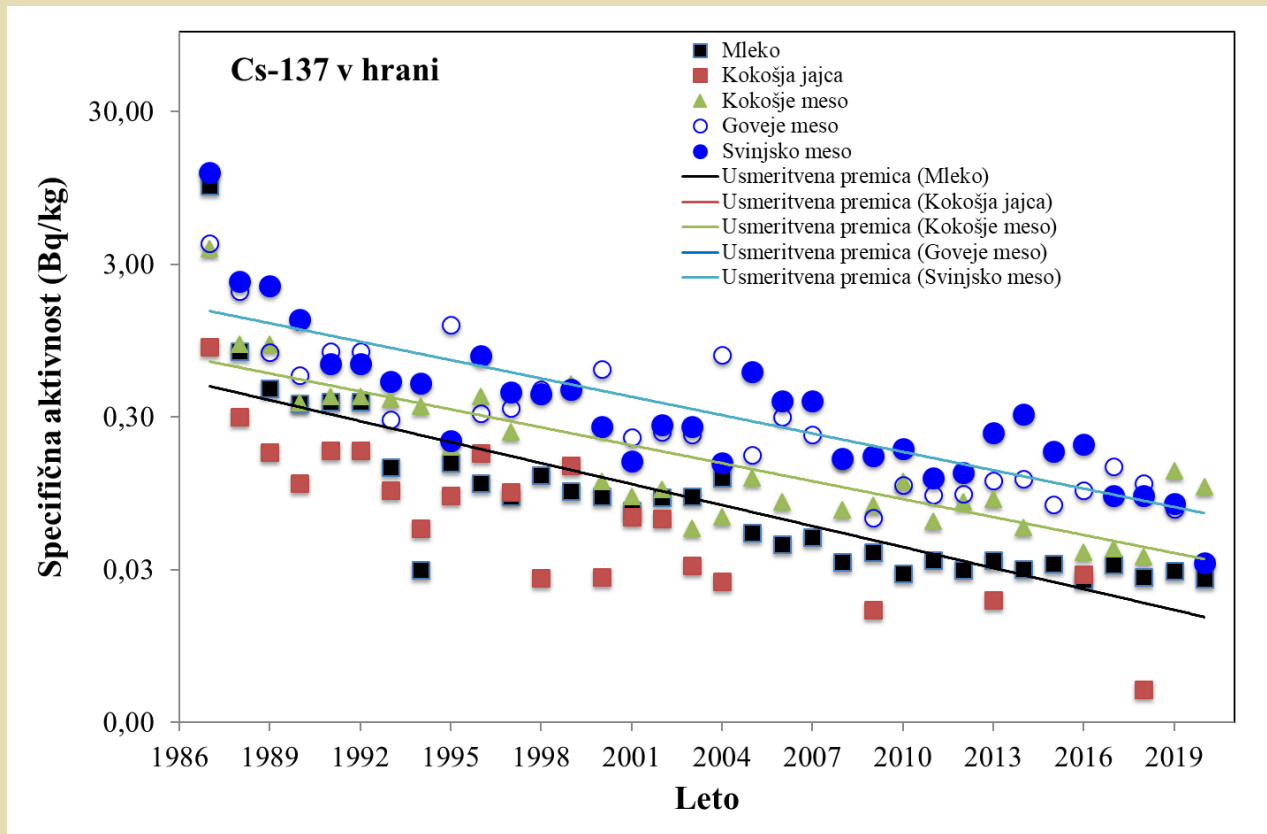
# ZAGOTAVLJANJE ANALIZ PO AKREDITIRANIH POSTOPKIH

- ✘ Odsek O2 z odločbo št. U332-17/2019 z dne 9.9.2019, ki jo je prav tako izdala URSVHVVR-MKGP, opravlja kot uradni laboratorij analize stabilnih izotopov v vzorcih živil in jih uporablja pri preverjanju pravilnega označevanje geografskega porekla živil



Priprava vzorcev hrane za analize stabilnih izotopov

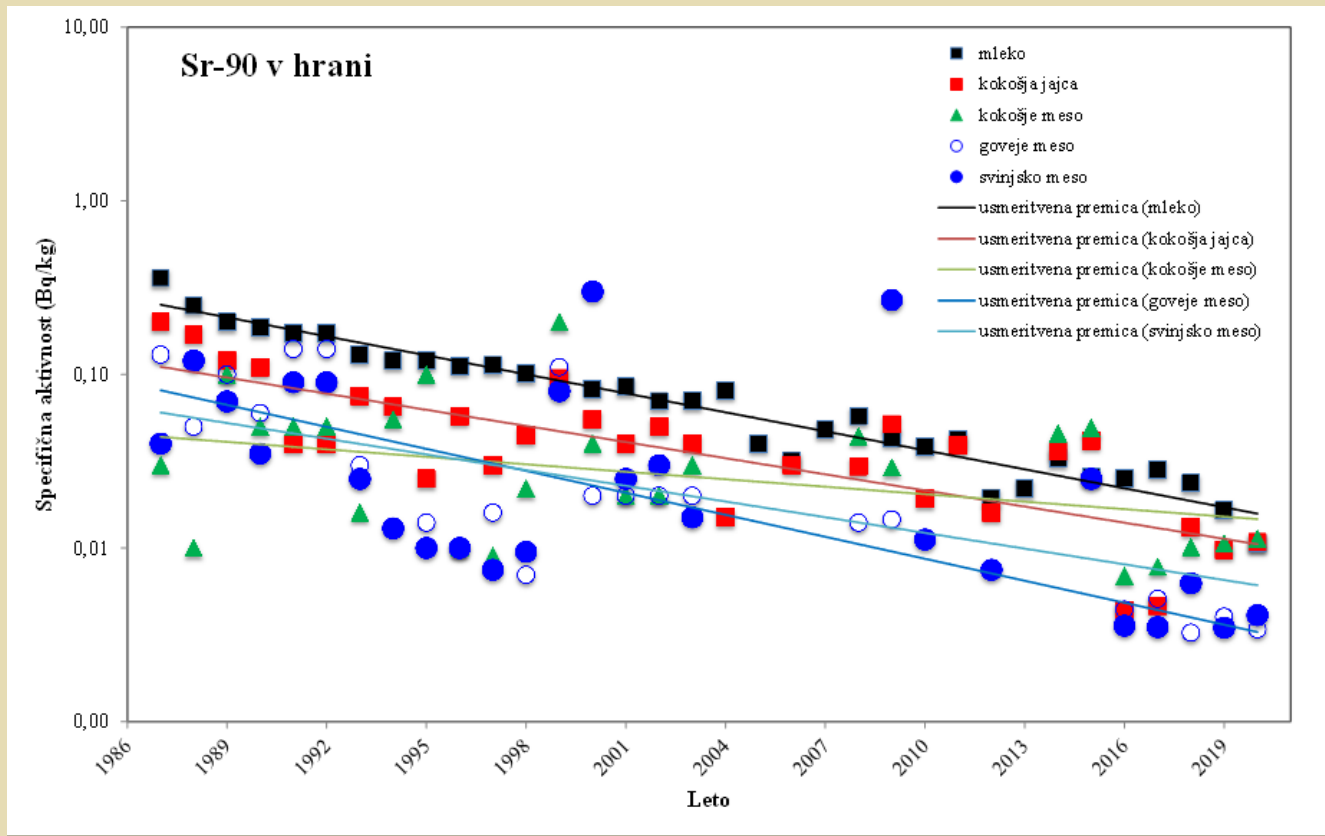
# RADIOAKTIVNOST V HRANI IN KRMI



Vzeto iz: B. Zorko, D. Glavič-Cindro, M. Stepišnik, J. Kožar Logar, T. Petrovič, M. Giacomelli, M. Korun, K. Vogel-Mikuš, Ovrednotenje meritev radioaktivnosti v reki Savi, pitni vodi, padavinah, zraku, zemlji in hrani v okolici NEK in po Sloveniji ISBN 978-961-264-211-2, IJS Ljubljana, 2021

Izmerjene specifične aktivnosti Cs-137 v mleku, kokošjih jajcih ter kokošjem, govejem in svinjskem mesu, vzorčenih v okolici NEK, od leta 1987 do 2020. Specifične aktivnosti v zadnjih letih so nižje kot v predčernobilskem obdobju. Vrednosti so prikazane v logaritemski skali.

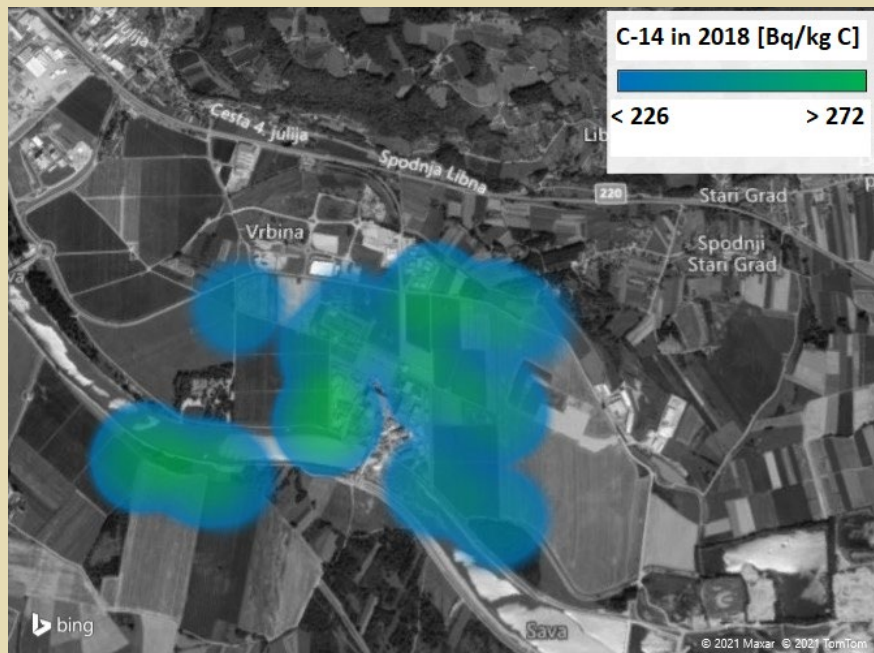
# RADIOAKTIVNOST V HRANI IN KRMI



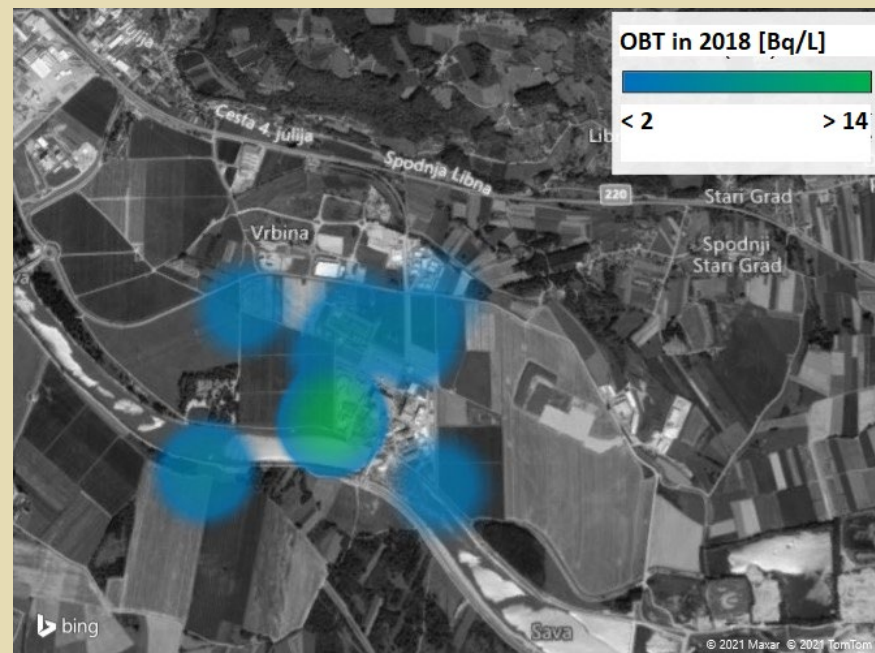
Vzeto iz: B. Zorko, D. Glavič-Cindro, M. Stepišnik, J. Kožar Logar, T. Petrovič, M. Giacomelli, M. Korun, K. Vogel-Mikuš, Ovrednotenje meritev radioaktivnosti v reki Savi, pitni vodi, padavinah, zraku, zemlji in hrani v okolici NEK in po Sloveniji ISBN 978-961-264-211-2, IJS Ljubljana, 2021

Izmerjene specifične aktivnosti Sr-90 v mleku, kokošjih jajcih ter kokošjem, govejem in svinjskem mesu, vzorčenih v okolici NEK, od leta 1987 do 2020. Specifične aktivnosti v zadnjih letih so nižje kot v predčernobilskem obdobju. Vrednosti so prikazane v logaritemski skali.

# RADIOAKTIVNOST V HRANI IN KRMI



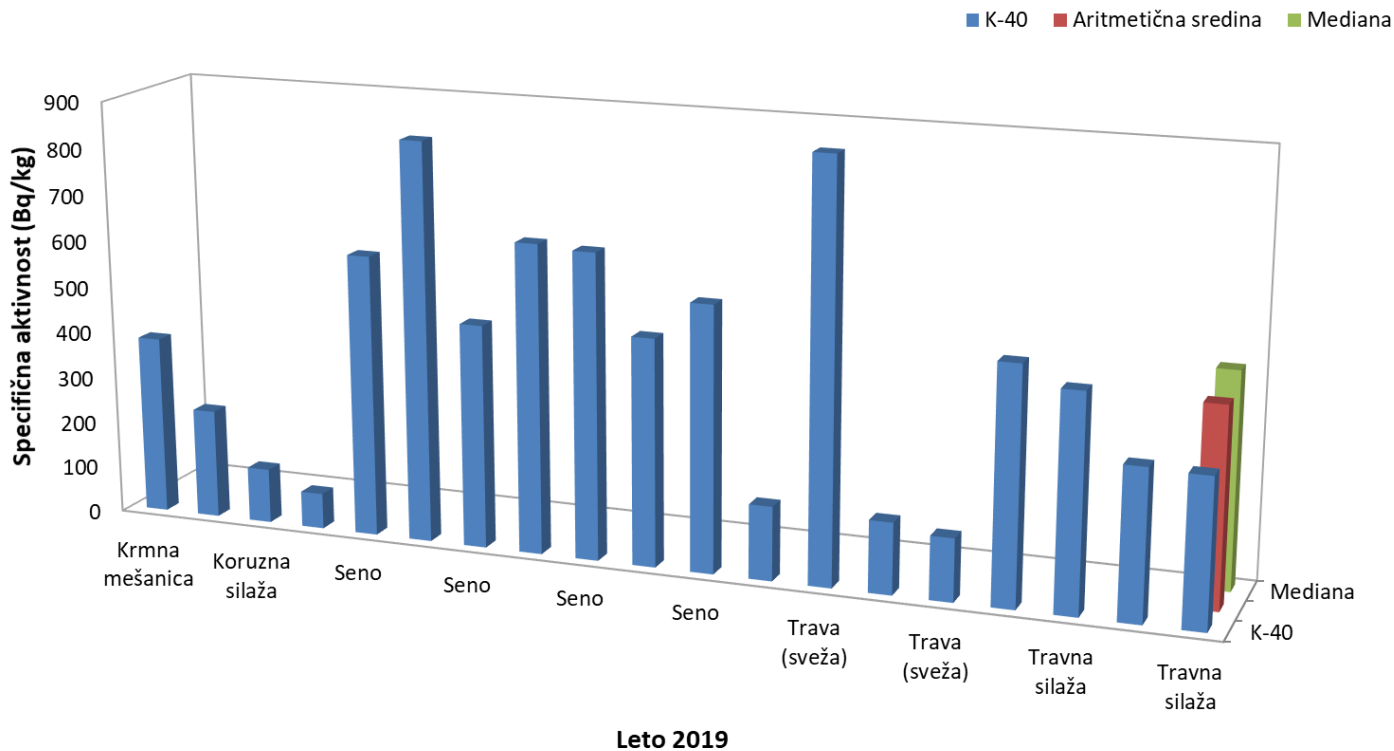
Vsebnost C-14 v hrani in rastlinju v okolici NEK



Vsebnost organsko vezanega H-3 (OBT) v hrani in rastlinju v okolici NEK

Meritve in interpretacija: dr Romana Krištof

# RADIOAKTIVNOST V HRANI IN KRMI



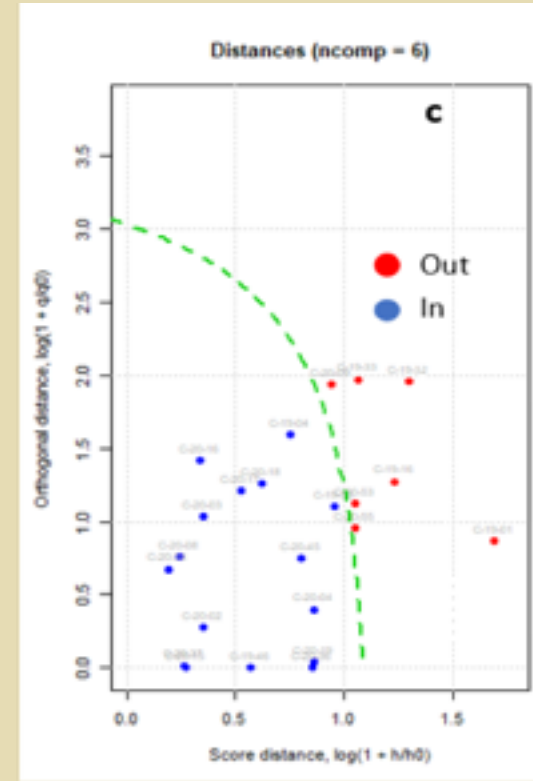
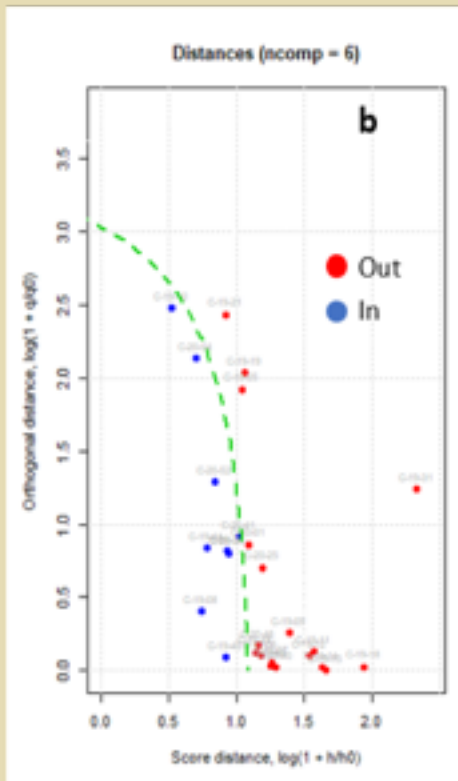
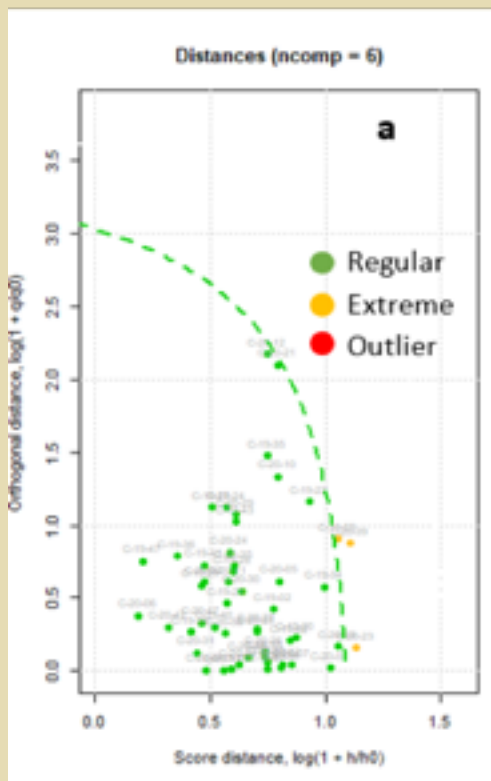
Izmerjene specifične aktivnosti K-40 v krmilih v letu 2019.

# UGOTAVLJANJE GEOGRAFSKEGA POREKLA ŽIVIL

Izgradnja modela DD-SIMCA -  
pristni vzorci

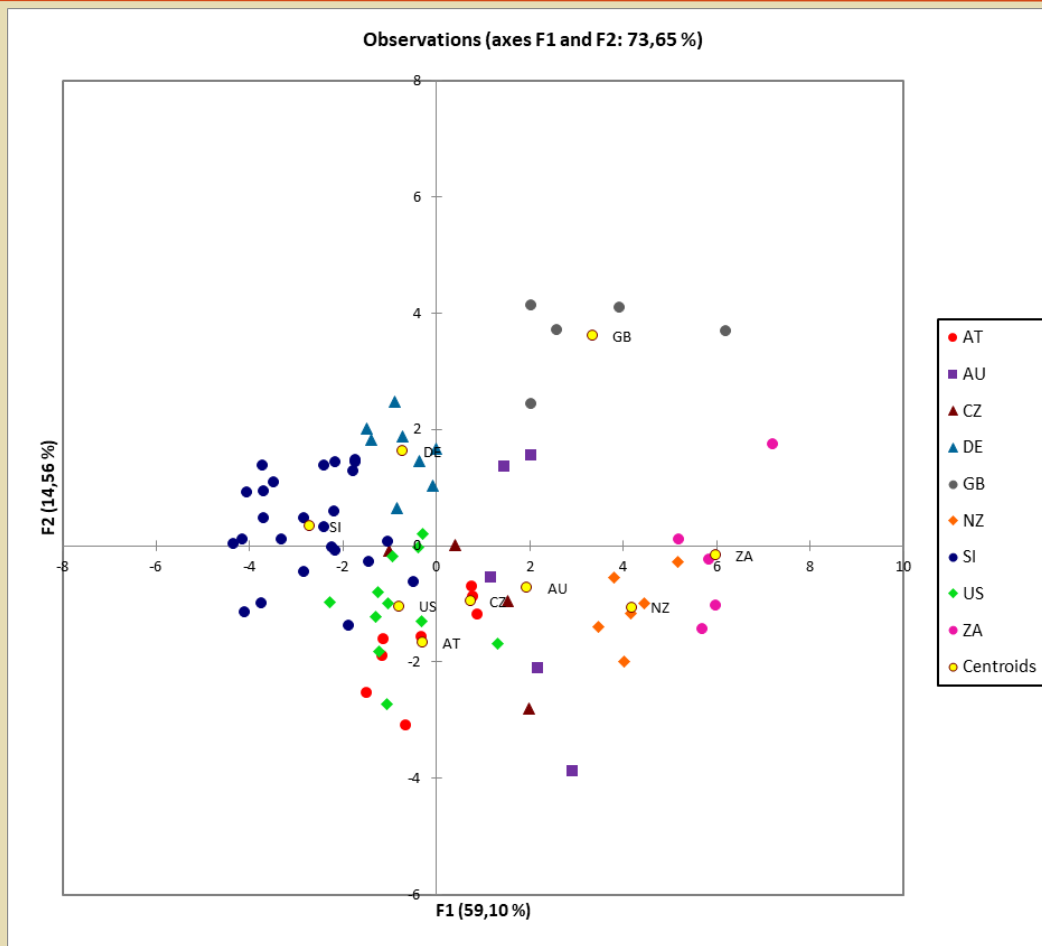
Testiranje modela -  
tuji vzorci

Uporaba modela -  
preverjanje vzorcev na tržišču



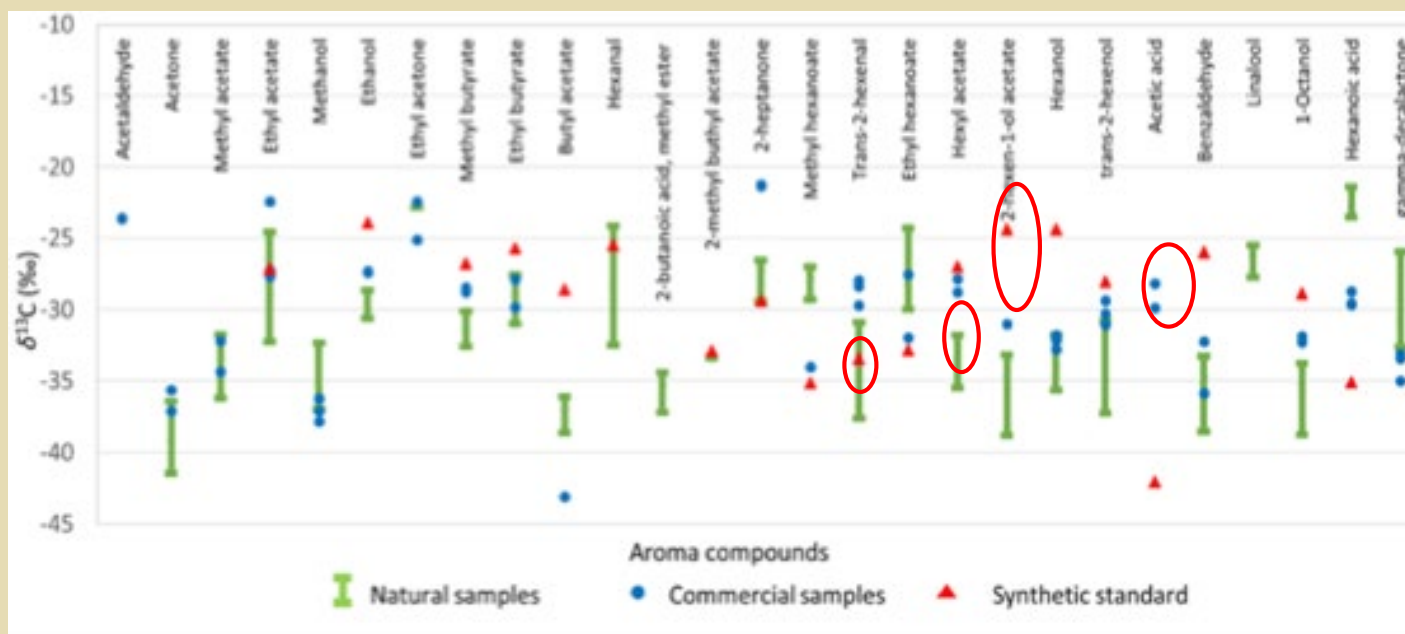
Poreklo izbranih vrst sadja in zelenjave

# UGOTAVLJANJE GEOGRAFSKEGA POREKLA ŽIVIL



Diskriminantna analiza 77 vzorcev hmelja na elementno sestavo Ti, Si, P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Zn, Br, Rb, Sr (AT-Avstrija, AU-Avstralija, CZ-Češka, DE-Nemčija, GB-Velika Britanija, NZ-Nova Zelandija, SI-Slovenija, US-ZDA, ZA-Južnoafriška Republika)

# UGOTAVLJANJE PRISTNOSTI ŽIVIL



## Jagodni destilati



# SKLEPI

- ✘ *IJS prispeva k zagotavljanju varne in zdrave hrane s preiskavami vzorcev hrane z različnimi analitskimi metodami, s čimer podpiramo trajnostni razvoj lokalnega kmetijstva ter prepoznavnost regij, kjer pridelujejo ali predelujejo varno hrano.*
- ✘ *Analize vzorcev hrane in krme se izvajajo redno v okvirih različnih programov monitoringov radioaktivnosti v okolju v RS*
- ✘ *Stopnja radioaktivnosti umetnih radionuklidov v hrani, ki je pridelana v RS, je nižja kot v predčernobilskem obdobju*
- ✘ *V gozdnih ekosistemih v RS še lahko zaznamo povišane specifične aktivnosti Cs-137*
- ✘ *Okrepiti bi bilo potrebno nadzor uvožene hrane, predvsem tiste, za katero ne dosegamo samooskrbe (sadje, zelenjava)*
- ✘ *Okrepiti raziskave in študije*

## Hvala za vašo pozornost!

Pišite nam:

Benjamin Zorko (F2-ISMIS): [benjamin.zorko@ijs.si](mailto:benjamin.zorko@ijs.si)

Marko Štrok (O2-Radiokemija): [marko.strok@ijs.si](mailto:marko.strok@ijs.si)

Marijan Nečemer (F2-XRF): [marijan.necemer@ijs.si](mailto:marijan.necemer@ijs.si)

Nives Ogrinc (O2-Biogeokemija): [nives.ogrinc@ijs.si](mailto:nives.ogrinc@ijs.si)

Jasmina Kožar Logar (F2-LSC): [jasmina.logar@ijs.si](mailto:jasmina.logar@ijs.si)