

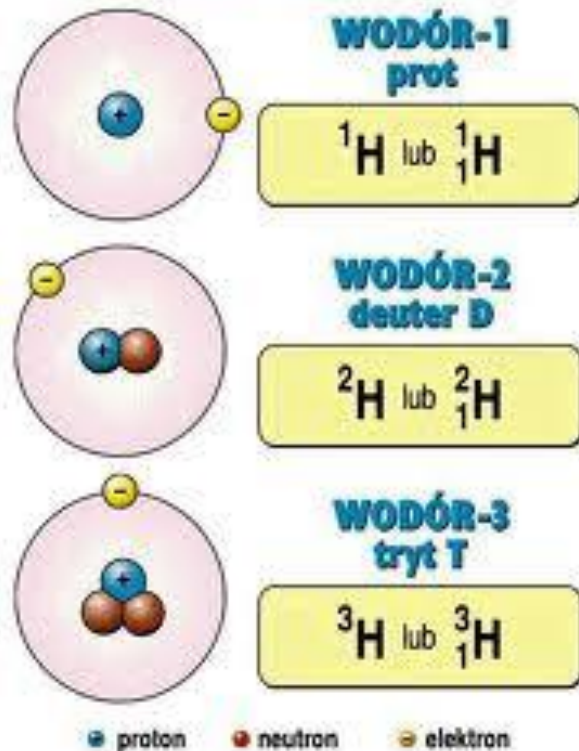


Wdrożenie metody oznaczania trytu związanego organicznie (OBT) w próbkach biologicznych

AGNIESZKA FULARA

Seminarium sprawozdawcze CLOR za rok 2025

IZOTOPY WODORU



Okres połowicznego
zaniku 12.33 lat

Emiter promieniowania
beta max energia

18.57keV, średnio 5,7 keV

Pochodzenie:

Naturalne pochodzenie

Głównym źródłem trytu naturalnego w środowisku jest atmosfera. Powstaje on w jej górnych warstwach w wyniku reakcji jądrowych szybkich protonów i neutronów promieniowania kosmicznego z atomami azotu i tlenu. W porównaniu z poprzednim źródłem niewielkie ilości naturalnego trytu powstają w litosferze. Produkowany jest on tutaj w procesie wychwytu neutronu pochodzącego ze spontanicznego rozpadu U-235 przez atomy Li-6 w skorupie ziemskiej.

Źródła antropogeniczne

W wyniku rozwoju cywilizacji pojawiły się nowe źródła trytu, należą do nich: próbne eksplozje nuklearne, energetyka jądrowa (pracujące reaktory jądrowe i zakłady przerobu paliwa jądrowego), zakłady produkujące wyroby zawierające tryt.



Tryt istnieje w trzech formach chemicznych:

Wody trytowej (HTO): określana mianem "super ciężka woda" (11% cięższa niż H₂O), jest to powszechniej występująca forma trytu w środowisku naturalnym oraz w organizmach żywych.

Gazowy trytu (HT): ta forma chemicznej, która dotyczy jednak niewielki ułamek trytu uwalnianie do powietrza, może stać się bardziej znaczącą ze względu na rozwój syntezy jądrowej do produkcji energii.

W wyniku procesu utleniania trytowanego wodoru przekształca w wodę trytową i powraca do obiegu wody w środowisku.

Tryt związany organicznie (OBT): forma, w której tryt jest związany z materią organiczną, wnika do różnych związków organicznych w procesie syntezy żywej materii.

Tryt w próbkach biologicznych występuje w trzech formach:

1. wolnej wody (cząsteczki HTO) związanej z materiałem;
2. związane z atomami tlenu i azotu w związkach materiału; forma wymienna w równowadze ze stężeniem wody w trytowej wewnątrzkomórkowego środowiska;
3. związane z atomami węgla trwałym wiązaniem w materiale.



Rys.1 Obieg trytu w środowisku

CECHA	HTO	OBT
GŁÓWNE ŹRÓDŁO	WODA PITNA, POWIETRZE	ŻYWNOŚĆ
ROZMIESZCZENIE	CAŁA WODA W ORGANIZMIE	TKANKA, BIAŁKA, TŁUSZCZE, DNA
CZAS POŁOWICZNEGO USUWANIA	OK. 10 DNI	OD 40 DO 500+ DNI
RYZYSKO RADIOLOGICZNE	NIŻSZE (SZYBKA ELIMINACJA)	WYŻSZE (DŁUŻSZA EKSPZYCJA)

ETAPY PROCESU BADAWCZEGO

1. Pobór próbki (rośliny, mięso, gleba).

To moment, w którym należy zadbać o reprezentatywność próby.

Rodzaj próbki: Rośliny (np. trawa, igliwie), żywność (warzywa, owoce, mięso, mleko) lub osady denne.

Zabezpieczenie: Próbki zamyka się szczelnie, aby zapobiec wymianie wilgoci z otoczeniem (kontaminacja trytem z powietrza).

Transport: Często w warunkach chłodniczych, by zahamować procesy gnilne.



2. SUSZENIE

Suszenie próbki w 60°C - Ponieważ analizuje się różne rodzaje próbek środowiskowych, o różnej zawartości wody, stałą masę uzyskuje się w ciągu jednego do kilku dni.



3. SPALANIE PRÓBKKI

Spalanie przeprowadza się w naczyniu tlenowym Paar 1121, a następnie chłodzi się przez 30 minut w zimnej wodzie.



4. POMIAR

Pomiar próbki w niskotłowym liczniku do ciekłej scyntylicacji
(Quantulus 6220 GCT)



Trudności analityczne

- **Efekt pamięci:**

Pozostałości trytu w aparaturze po wysokoaktywnej próbce.

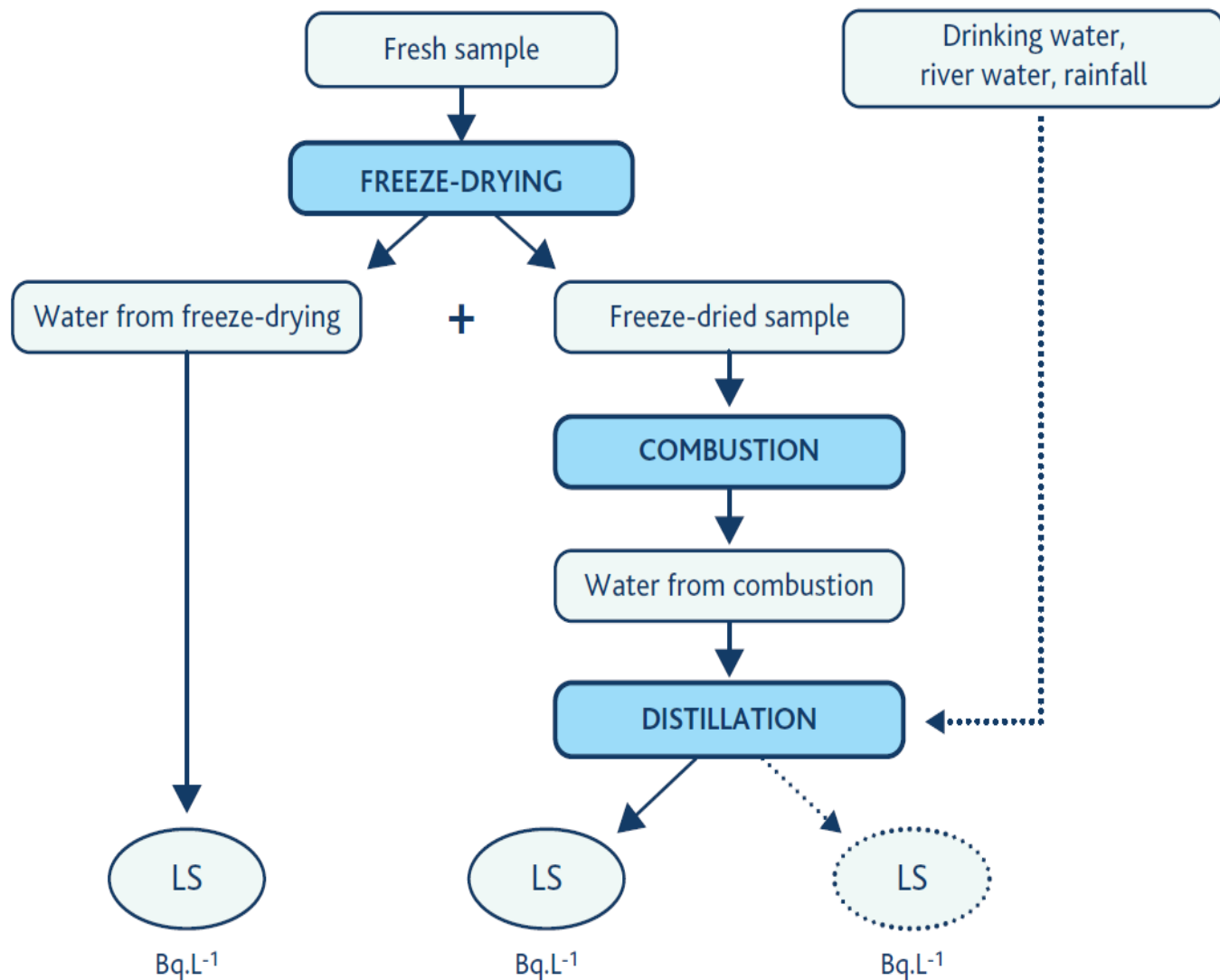
- **Wygaszanie (Quenching):**

Jeśli woda po spalaniu jest brudna/kolorowa, hamuje to błyski światła, co zaniża wynik.

- **Cross-contamination:**

Ryzyko zanieczyszczenia próbki trytem z powietrza laboratoryjnego.





Rys.2 Oznaczenie trytu

Free ³H measurement Organically-bound ³H measurement Free ³H measurement

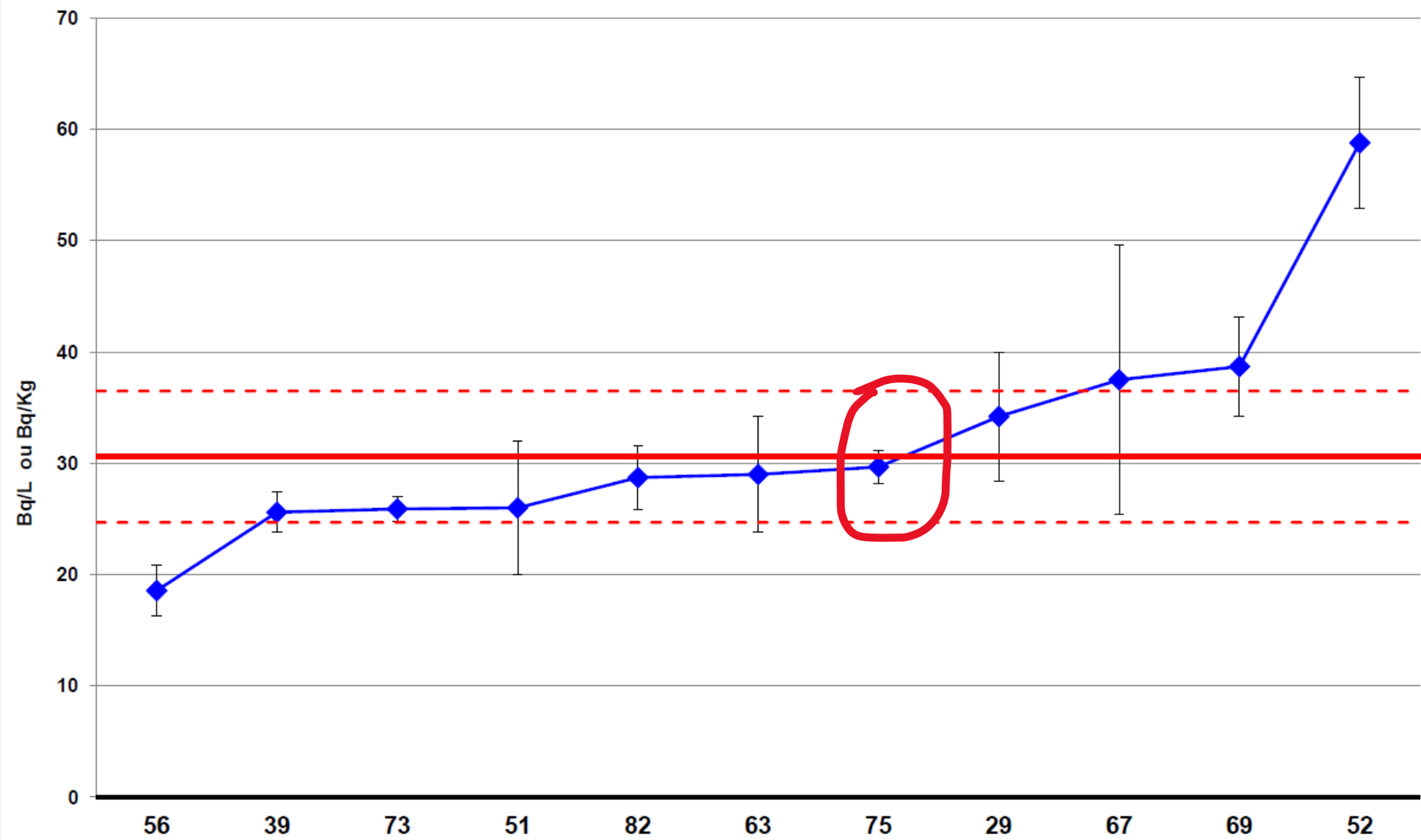
Badania porównawcze 2025

1 próbka o masie 50 g
Matryca: pszenica (25OBTG)
Stężenia aktywności pomiędzy $1,00 \text{ E}+01$ a
 $1,00 \text{ E}+02 \text{ Bq/L}$

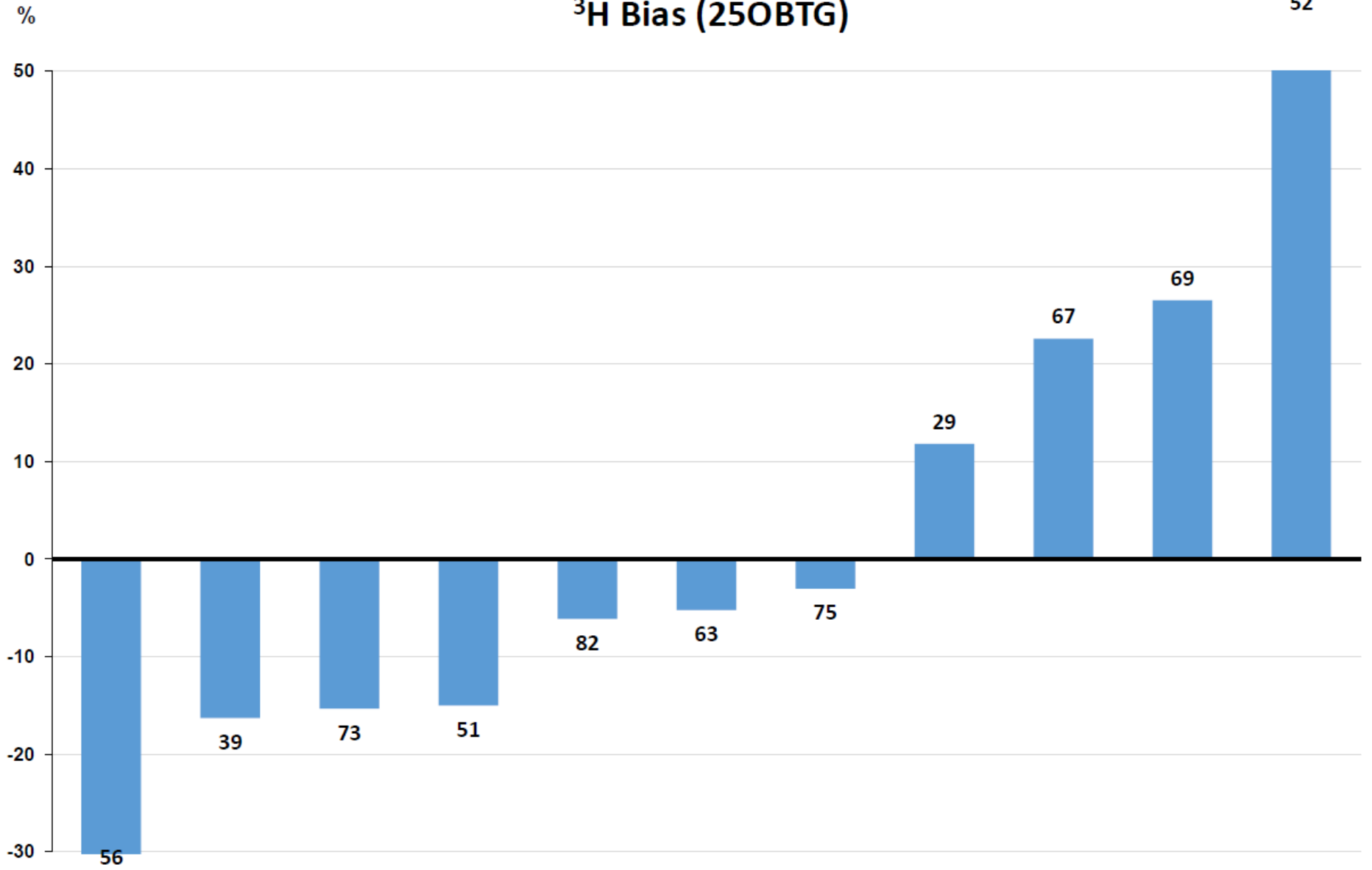


NUMBER OF RESULTS	11
UNIT	Bq.L⁻¹ ou Bq.kg⁻¹
ASSIGNED VALUE	31
UNCERTAINTY (95%)	6
ROBUST MEAN	30.6
ROBUST DEVIATION	7.8
GEOMETRICAL MEAN	30.7
MINIMAL VALUE	18.6
MAXIMUM VALUE	58.8

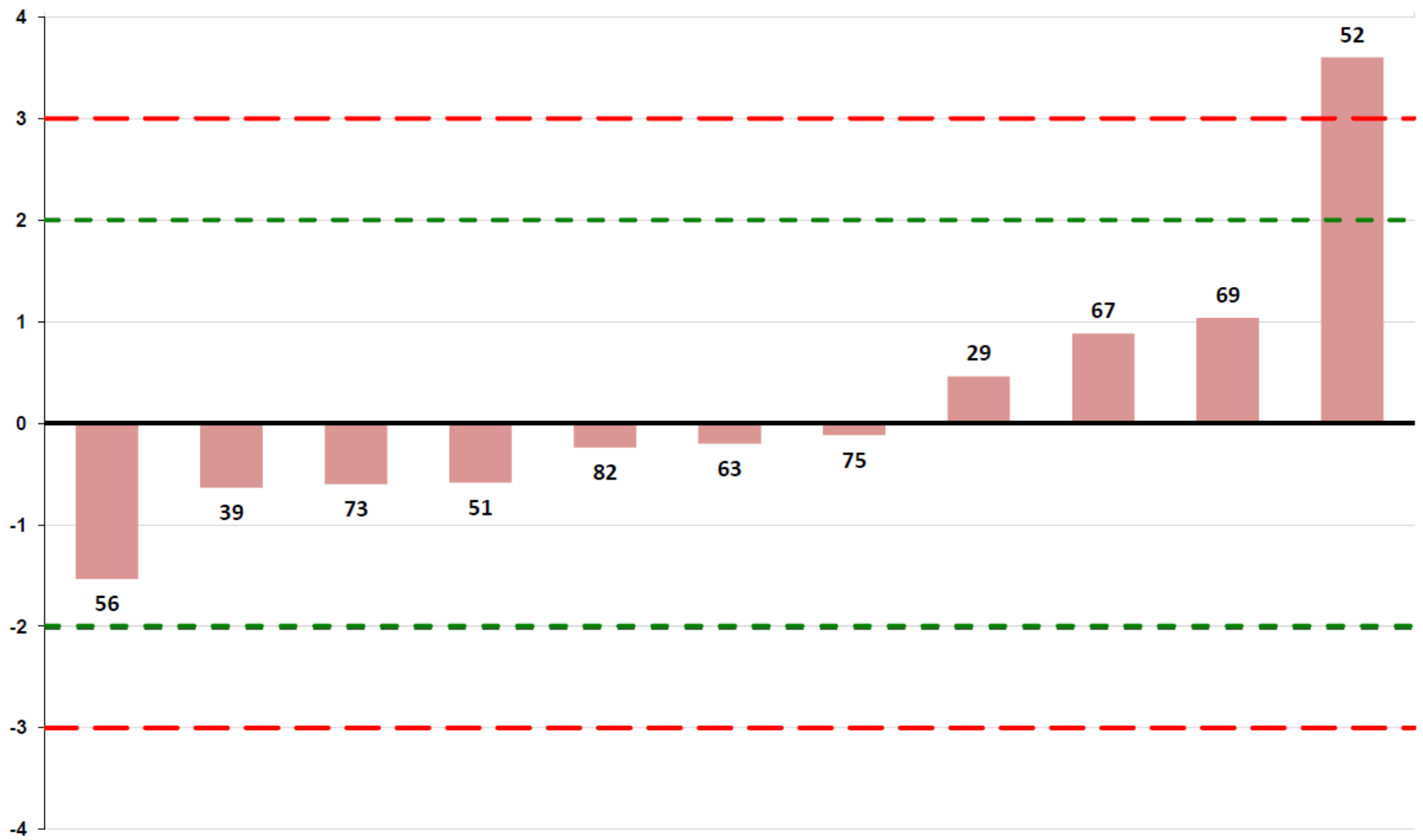
³H Results (25OBTG)



³H Bias (25OBTG)



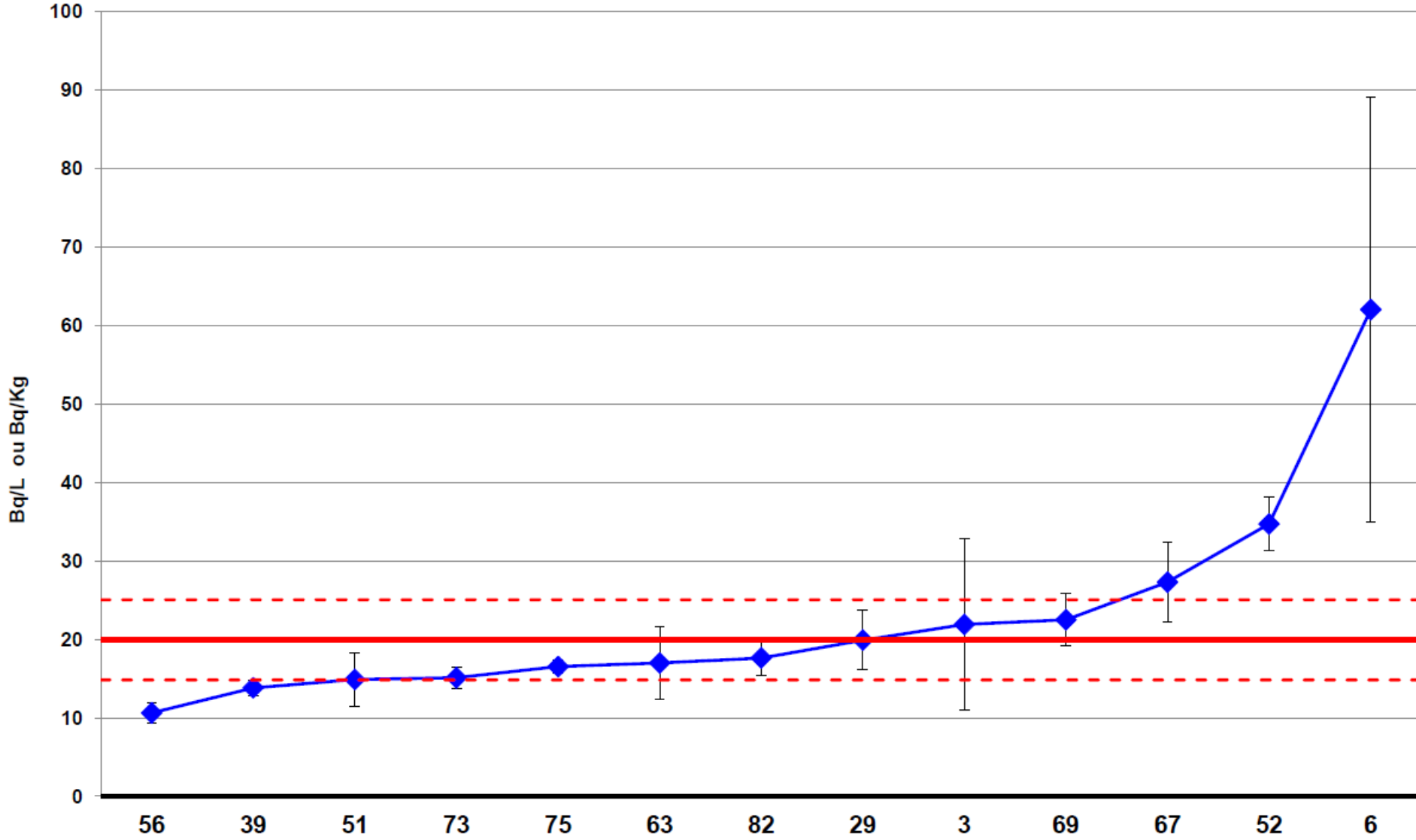
³H Z-score (25OBTG)



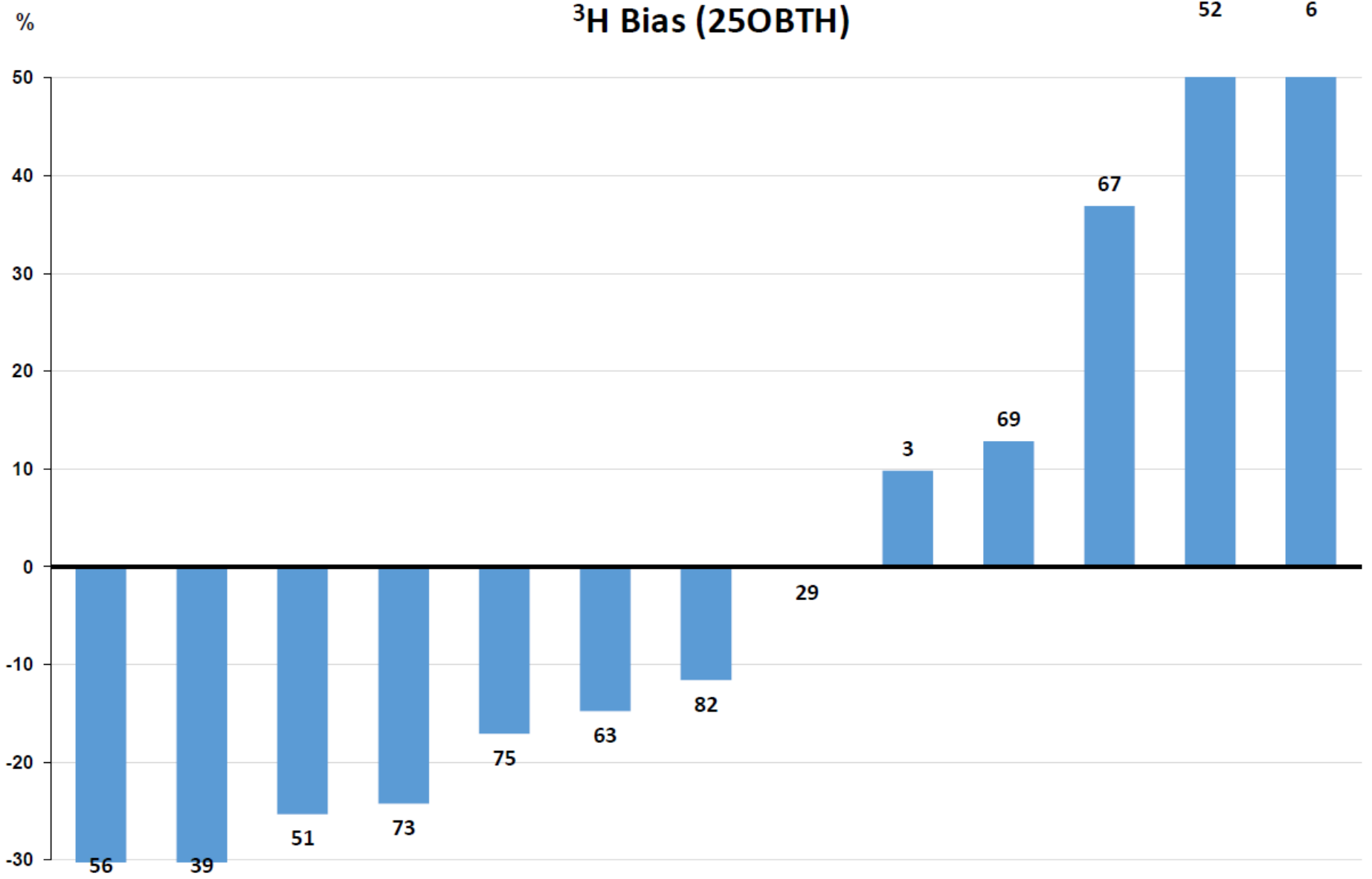
NUMBER OF RESULTS	11
UNIT	Bq.L ⁻¹ ou Bq.kg ⁻¹
ASSIGNED VALUE	20
UNCERTAINTY (95%)	5
ROBUST MEAN	19.9
ROBUST DEVIATION	7.4
GEOMETRICAL MEAN	20.9
MINIMAL VALUE	10.6
MAXIMUM VALUE	62.0

Dehydrated wheat

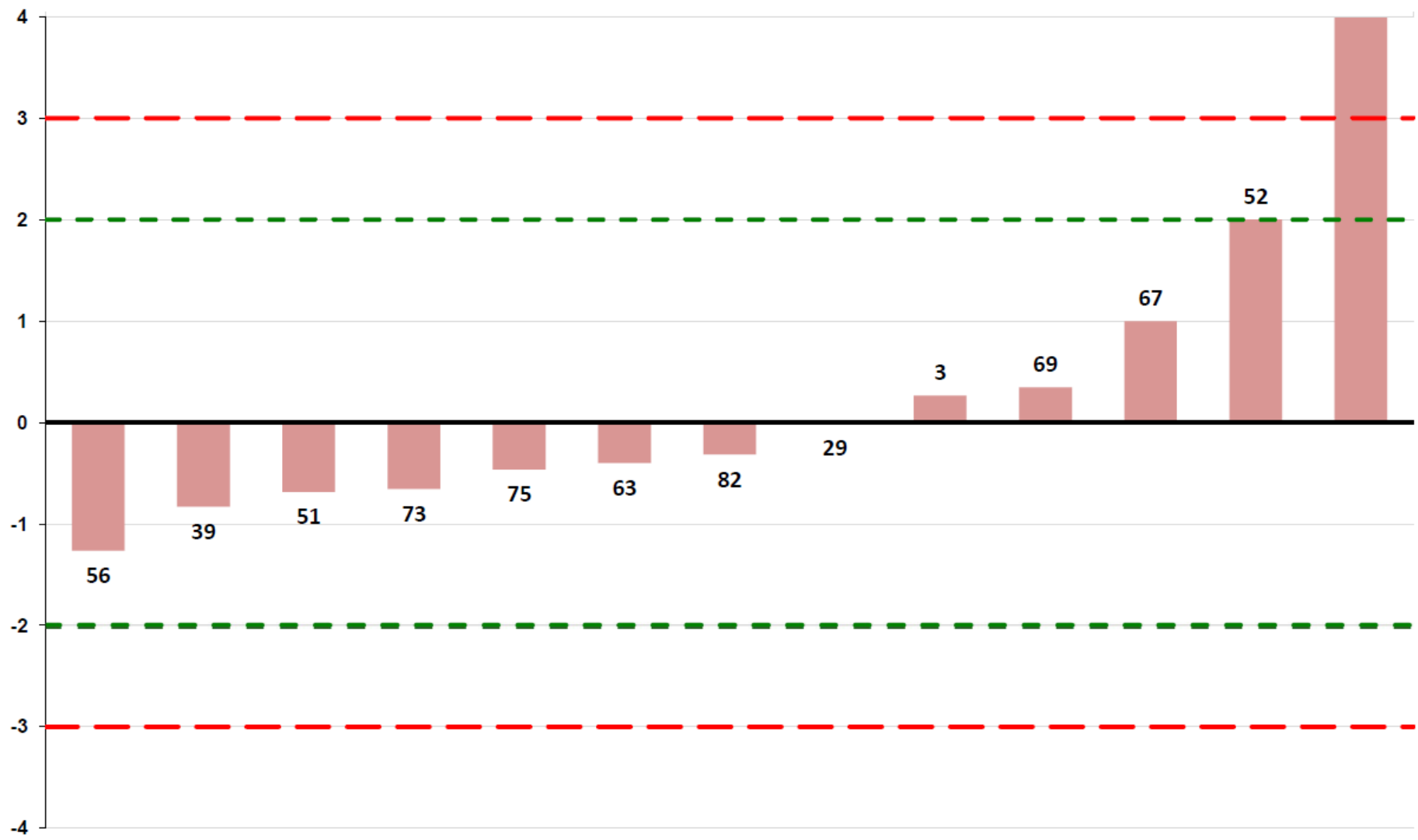
³H Results (25OBTH)



³H Bias (25OBTH)



³H Z-score (25OBTH)



Président : C. GUICHET email : claudio.guichet@cea.fr
Secrétaire : S. GOUBET email : sebastien.goubet@cea.fr
Trésorier : P. CORREZE email : philippe.correze@orano.group

Subject: 2025 Collection of Techniques from TOP Labos

Central Laboratory for Radiological Protection
Warsaw
POLAND
Agnieszka FULARA

Fontenay aux Roses, 29 Septembre 2025

Dear Colleague,

One of PROCORAD's aims, over and above the organisation of the intercomparison exercises is to give participants an opportunity to benefit from the experience and know-how of laboratories that fully master a given technique. This can prove very helpful to colleagues who are having difficulties with a particular analytical process.

The PROCORAD Committee and the members of the Scientific Council believe that one way of advancing this aim is to publish the techniques used by the best-performing laboratories for the various intercomparisons. We would like to collect these techniques, classify them according to the type of intercomparison involved, publish them as a collection under PROCORAD's name and made them available to all the participants. The techniques will in no way be modified and contributors will remain anonymous.

The results that you obtained in the year 2025 intercomparisons qualify you as TOP LABO for the measurements of:

Tritium Organiquement lié – Organically Bound Tritium

such that your technique deserves to be included in the collection.





DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

AGNIESZKA FULARA

fulara@clor.waw.pl

Seminarium sprawozdawcze CLOR za rok 2025