



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Έλεγχος και Διασφάλιση Ποιότητας

Ενότητα 5: Εκτίμηση αβεβαιότητας στην ενόργανη
ανάλυση

Θωμαΐδης Νικόλαος

Τμήμα Χημείας

Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας

ΕΙΣΗΓΗΣΗ

- ◆ ΕΙΣΑΓΩΓΗ
- ◆ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ISO/IEC 17025
- ◆ ΟΡΙΣΜΟΙ
- ◆ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΣΤΙΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ
- ◆ ΒΗΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ



ΑΝΑΓΚΗ ΔΗΛΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

- ◆ Το αποτέλεσμα μιας μέτρησης δεν μπορεί ουσιαστικά να αξιοποιηθεί αν δεν συνοδεύεται από μια δήλωση της αβεβαιότητας του
- ▶ Αναγκαία η γνώση του εύρους διακύμανσης των μετρήσεων



ISO/IEC 17025

- ⊕ Απαίτηση ο υπολογισμός της U
- ◆ Υποχρεωτική η εφαρμογή διαδικασίας εκτίμησης της U στα εργαστήρια διακρίβωσης
→ ISO GUM (1993)



ISO/IEC 17025

◆ Εργαστήρια δοκιμών:

- ↳ Υποχρεωτική η ύπαρξη διαδικασίας υπολογισμού της U
- ↳ Δυσκολία υπολογισμού με αυστηρά μετρολογικά κριτήρια
 - ① Εντοπισμός όλων των πηγών
 - ② Λογική εκτίμηση της U



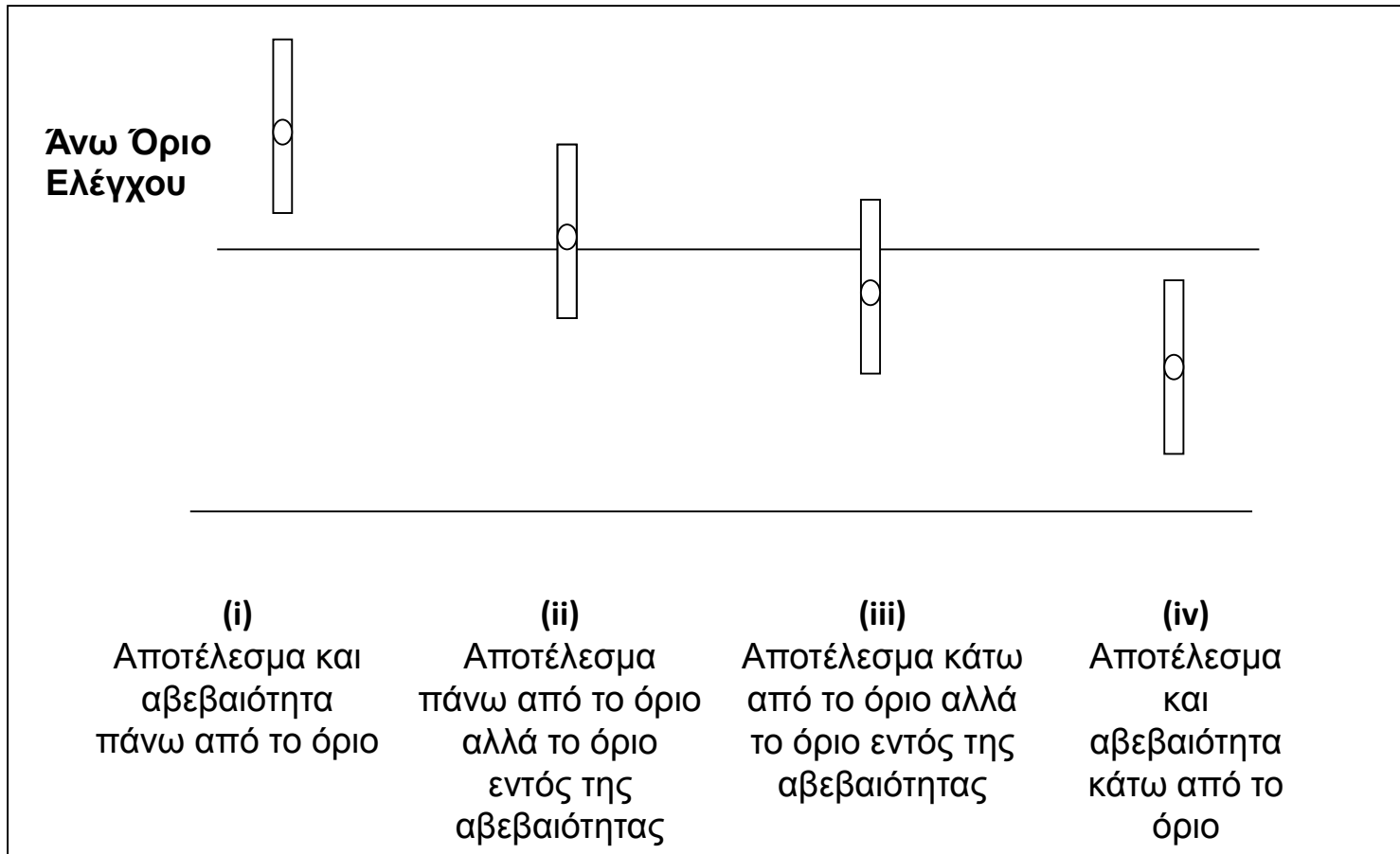
ISO/IEC 17025

◆ Η αυστηρότητα υπολογισμού εξαρτάται:

- ❶ Μέθοδο δοκιμής
- ❷ Απαιτήσεις του πελάτη
- ❸ Όρια συμμόρφωσης



Αβεβαιότητα και Όρια



ΟΡΙΣΜΟΙ

- ◆ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ: μια παράμετρος που χαρακτηρίζει τη διασπορά των τιμών που λογικά μπορούν να αποδοθούν στο προσδιοριζόμενο συστατικό
- ◆ ΤΥΠΙΚΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ: όταν η αβεβαιότητα εκφράζεται ως τυπική απόκλιση, $u(y(x_i))$



ΟΡΙΣΜΟΙ

◆ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΤΥΠΙΚΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ: ↪ νόμος διάδοσης σφαλμάτων

$$\frac{u_c(y)}{y} = \sqrt{\left(\frac{u(x_1)}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{u(x_2)}{x_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{u(x_i)}{x_i}\right)^2}$$

◆ ΔΙΕΥΡΥΜΕΝΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ:

$$U = k \times u_c$$

k: συντελεστής κάλυψης (2 για c.l. 95%) Καλύπτει ανάγκες των τελικών χρηστών



Κανόνας 1

Για μοντέλα που περιλαμβάνουν μόνο αθροίσματα διαφορετικών ποσοτήτων, π.χ. $y = k (p + q + r + \dots)$, όπου το K είναι σταθερά, η συνδυασμένη τυπική αβεβαιότητα δίνεται από τη σχέση:

$$u_c(y(p, q, \dots)) = k \sqrt{u(p)^2 + u(q)^2 + \dots}$$



Κανόνας 2

Για μοντέλα που περιλαμβάνουν μόνο γινόμενα ή πηλίκα, π.χ. $y = k (p \cdot q \cdot r \dots)$, όπου το k είναι σταθερά, η συνδυασμένη τυπική αβεβαιότητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$u_c(y) = yk \sqrt{\left(\frac{u(p)}{\bar{p}}\right)^2 + \left(\frac{u(q)}{\bar{q}}\right)^2 + \left(\frac{u(r)}{\bar{r}}\right)^2 + \dots}$$



Παράδειγμα 1

$y = m (p-q+r)$. Οι τιμές είναι $m=1$, $p=5.02$, $q=6.45$ και $r=9.04$ με τυπικές αποκλίσεις δείγματος $s_p = 0.13$, $s_q = 0.05$ και $s_r = 0.22$

$$y = 5.02 - 6.45 + 9.04 = 7.61$$

$$u(y) = 1 \times \sqrt{0.13^2 + 0.05^2 + 0.22^2} = 0.26$$

Εφόσον το y υπολογίζεται με δύο δεκαδικά ψηφία, η τελική αβεβαιότητα δεν θα πρέπει να εκφράζεται σε περισσότερα από δυο σημαντικά ψηφία.



Παράδειγμα 2

$y = (op/qr)$ όπου $o=2.46$, $p=4.32$, $q=6.38$ και $r=2.99$, με τυπικές αβεβαιότητες $u(o)=0.02$, $u(p)=0.13$, $u(q)=0.11$ και $u(r)=0.07$.

$$y=(2.46 \times 4.32)/(6.38 \times 2.99) = 0.56$$

$$u(y) = 0.56 \times \sqrt{\left(\frac{0.02}{2.46}\right)^2 + \left(\frac{0.13}{4.32}\right)^2 + \left(\frac{0.11}{6.38}\right)^2 + \left(\frac{0.07}{2.99}\right)^2}$$

$$u(y) = 0.56 \times 0.043 = 0.024$$



ΟΡΙΣΜΟΙ

◆ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΤΥΠΟΥ Α: υπολογίζεται με στατιστικές μεθόδους

◆ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΤΥΠΟΥ Β: υπολογίζεται με οποιοδήποτε άλλο τρόπο εκτός στατιστικής



Αβεβαιότητα τύπου Β

Δεδομένα από προηγούμενη εμπειρία:

- ◆ Πιστοποιητικά προμηθευτών
- ◆ Διεργαστηριακές εξετάσεις
- ◆ Δεδομένα εσωτερικού ελέγχου ποιότητας
- ◆ Εμπειρική σχέση Horwitz:

$$CV(\%) = 2^{(1-0.5 \log C)}$$



Αβεβαιότητα τύπου Β

Πιστοποιητικά:

- ◆ Δηλώνεται η διευρυμένη αβεβαιότητα ($\pm U$) ή οι ανοχές ($\pm a$) μέσα στις οποίες κυμαίνεται η τιμή της παραμέτρου που μας ενδιαφέρει (μάζα, όγκος, πιστοποιημένη τιμή υλικού αναφοράς κ.ά.):

$$u = U/k$$

- ◆ Πρέπει να γνωρίζουμε την κατανομή από την οποία έχει προκύψει η τιμή της παραμέτρου



Αβεβαιότητα τύπου Β

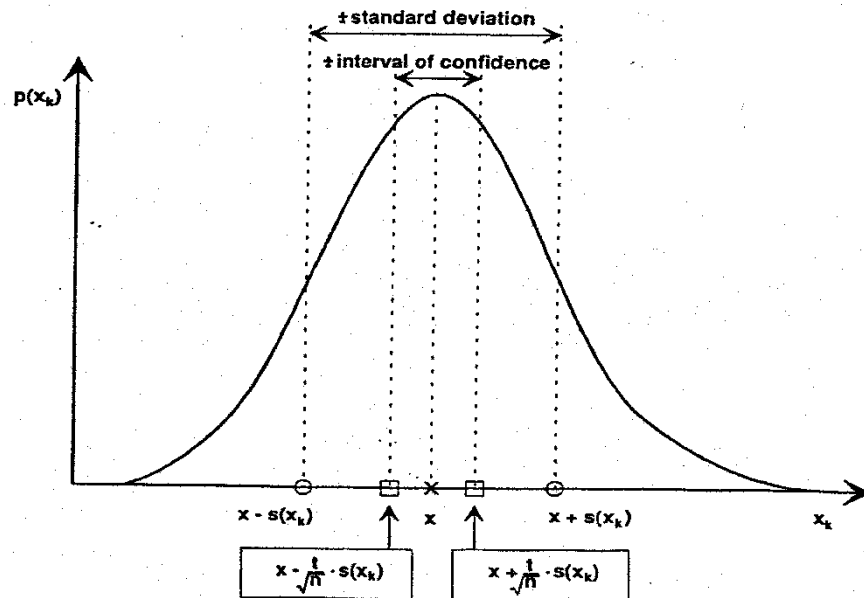
Κατανομές:

- ◆ Κανονική κατανομή
- ◆ Τετραγωνική κατανομή
- ◆ Τριγωνική κατανομή



Κανονική Κατανομή

Όταν η τιμή έχει προκύψει από επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και δηλώνεται η αβεβαιότητα της και το επίπεδο εμπιστοσύνης (συνήθως 95%):



$$u = U/1,96 \text{ (95\%)}$$

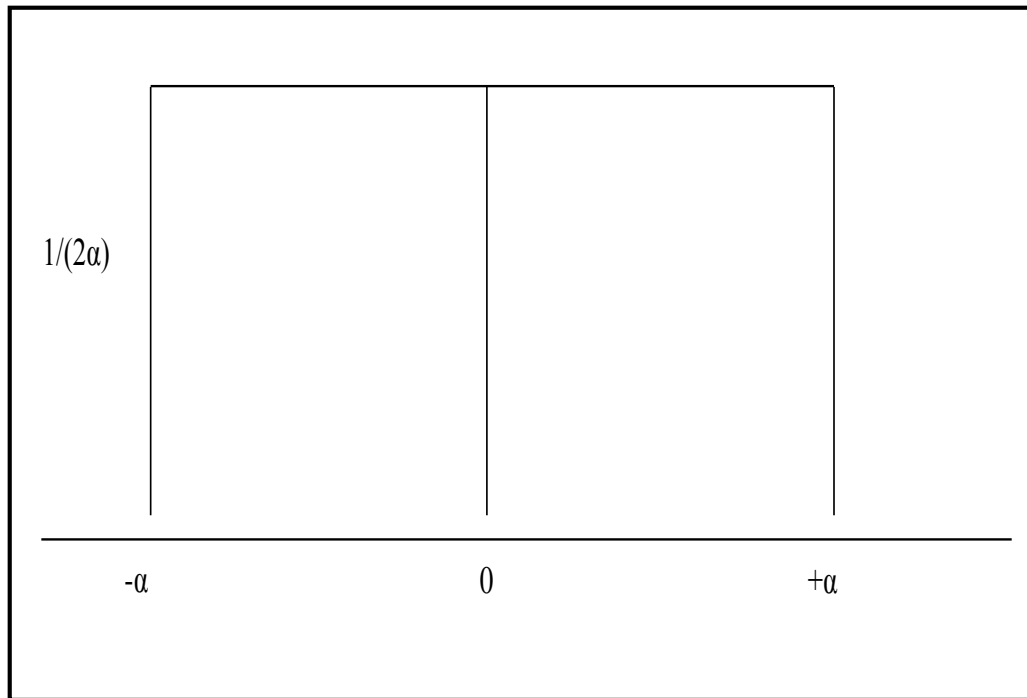
ή συνήθως:

$$u = U/2$$



Τετραγωνική Κατανομή

Όταν δηλώνονται όρια ($\pm a$) χωρίς να δηλώνεται το επίπεδο εμπιστοσύνης, ούτε να έχουμε γνώση της κατανομής:

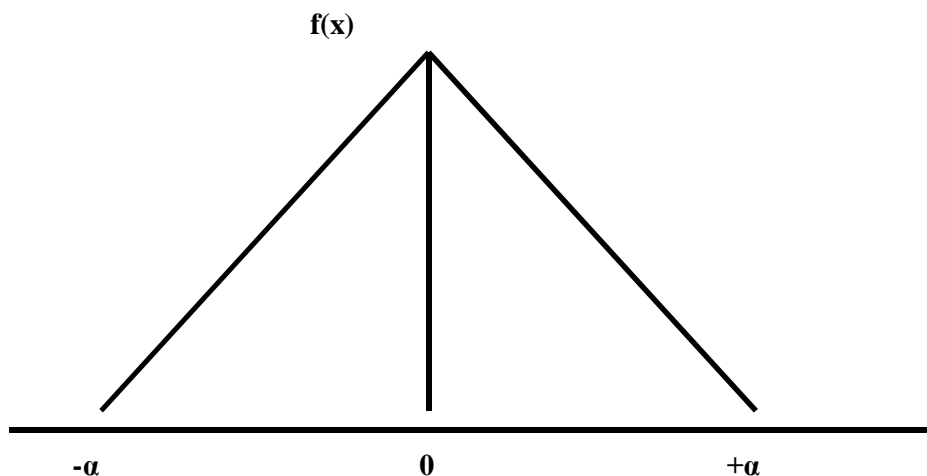


$$u = \frac{\alpha}{\sqrt{3}}$$



Τριγωνική Κατανομή

Όταν δηλώνονται όρια ($\pm\alpha$) χωρίς να δηλώνεται το επίπεδο εμπιστοσύνης, ούτε έχουμε γνώση της κατανομής, αλλά οι πιθανότερες τιμές βρίσκονται κοντά στη μέση τιμή παρά στα όρια:



$$u = \frac{\alpha}{\sqrt{6}}$$



EURACHEM Guide 2000

Οδηγός της EURACHEM:

- Ο υπολογισμός της U των χημικών μετρήσεων πρέπει να περιλαμβάνεται και να προκύπτει από τις υπάρχουσες διαδικασίες διασφάλισης ποιότητας.



EURACHEM Guide 2000

◆ Διαδικασίες διασφάλισης ποιότητας χημικών μετρήσεων:

- ❶ Επικύρωση αναλυτικής μεθόδου
- ❷ Εσωτερικός έλεγχος ποιότητας (διαγράμματα QC)
- ❸ Διεργαστηριακές δοκιμές ικανότητας
- ❹ Ιχνηλασιμότητα



ΣΦΑΛΜΑΤΑ και ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ

ΚΛΙΜΑΚΑ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ:

1. Συστηματικό σφάλμα μεθόδου (method bias)
2. Συστηματικό σφάλμα εργαστηρίου (laboratory bias)
3. Τυχαίο σφάλμα από δείγμα σε δείγμα (run error)
4. Τυχαίο σφάλμα επαναληψιμότητας (reproducibility error)



ΣΦΑΛΜΑΤΑ και ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ

Το αποτέλεσμα μιας ανάλυσης μετά τη διόρθωση του συστηματικού σφάλματος μπορεί τυχαία να είναι πολύ κοντά στην “αληθή” τιμή του μετρούμενου και κατά συνέπεια το σφάλμα του εξαιρετικά μικρό.

Αντιθέτως, η αβεβαιότητα μπορεί να εξακολουθεί να είναι μεγάλη. Δηλαδή η αβεβαιότητα μιας μέτρησης δεν θα πρέπει να θεωρείται ότι αντανακλά στο σφάλμα αυτό καθ' αυτό, ούτε στο σφάλμα μετά τη διόρθωση.



ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ ΜΕΘΟΔΟΥ

- ✓ ΑΝΑΛΥΣΗ CRMs (method + laboratory bias)
- ✓ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (τυχαία σφάλματα: run + reproducibility error)
- ✓ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ
- ✓ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΜΕΘΟΔΟΥ
- ✓ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΣΕΙΣ



ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Προσδιορισμός Cd σε πλαστικά μετά από χώνευση με οξέα και προσδιορισμό της συγκέντρωσης με AAS:

$m \rightarrow \text{Χώνευση} \rightarrow V \rightarrow \text{AAS} \rightarrow C_i \text{ (mg/L)} \rightarrow X_i \text{ (mg/kg)}$



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

- ΒΗΜΑ 1^ο:

Ορισμός του μετρούμενου συστατικού

→ Εξίσωση υπολογισμού:

$$X_i = \frac{C_i \cdot V}{m} \Rightarrow X_i = \frac{C_i \cdot V}{m} \times \frac{F_{HOM}}{F_{REC}}$$



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

- ΒΗΜΑ 2^ο:

Ταυτοποίηση πηγών αβεβαιότητας:

1. Δειγματοληψία - Ομογενοποίηση
2. Προκατεργασία δείγματος
3. Βαθμονόμηση
4. Ανάλυση CRMs
5. Τελική μέτρηση
6. Επεξεργασία αποτελεσμάτων



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

- ΒΗΜΑ 3^ο:

Ποσοτικοποίηση πηγών αβεβαιότητας:
Υπολογίζεται η u κάθε συστατικού και
εκφράζεται ως τυπική απόκλιση ή σχετική
τυπική απόκλιση



ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ από ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗΣ

Μελέτες αναπαραγωγιμότητας

1. Ανάλυση n υποδειγμάτων, S_r
2. Ανάλυση m υποδειγμάτων n φορές σε m διαφορετικές μέρες

$$S_{\bar{x}} = S_0 / \sqrt{n}$$



Προσδιορισμός Cd σε PVC μετά από χώνευση και AAS

Ημέρα	X_1	X_2	X_3	X_4	\bar{X}_i	$S_{r,i}^2$
1 ^η	120	116	117	123	119	10.8
2 ^η	117	118	118	119	118	0.33
3 ^η	119	115	116	120	117	5.81
4 ^η	118	118	121	116	118	3.81
5 ^η	115	117	121	117	118	6.23
Συνολική μέση τιμή, \bar{x} και η συνολική διακύμανση του δείγματος, S_0^2					118.0	5.39

$$S_{\bar{x}} = S_0 / \sqrt{n} = 1.16 \text{ mg/Kg}$$



ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ από ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗΣ

Συστηματικό σφάλμα μεθόδου και εργαστηρίου

1. Ανάλυση CRMs
2. Σύγκριση της μεθόδου με πρότυπη
3. Ανακτήσεις



ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ από ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗΣ

- Χρήση πιστοποιημένων υλικών αναφοράς
Ανάλυση CRM n φορές $\Rightarrow \bar{X}, S_r$

$$u_{\bar{x}} = S_r / \sqrt{n}$$

Από πιστοποιητικό: $\pm\alpha$ (95%) $\Rightarrow u_{CRM} = \alpha/2$

$$u_{bias} = \sqrt{\left(\alpha/2\right)^2 + \left(S_r^2/n\right)^2}$$



ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ από ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗΣ

- Παράδειγμα:

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	\bar{X}	S_r
202,1	196,3	200,3	196,6	197,6	201,6	199,1	2,57

Από πιστοποιητικό: $197,9 \pm 4,8$ mg/Kg

$$u_{bias} = \sqrt{u_{CRM}^2 + S_r^2/n} = \sqrt{2.4^2 + 2.57^2/6} \text{ mg/Kg}$$



ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ από ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗΣ

- Πειράματα ανακτήσεων
Αντιμετωπίζεται όπως τα CRMs:
 n πειράματα ανάκτησης \Rightarrow μέση R , S_r
t-test με τη θεωρητική $R=1,0$

$$u_{bias} = S_r / \sqrt{n}$$



ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ από ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗΣ

- Σύγκριση με πρότυπη μέθοδο:

Μέθοδος 1: n_1, X_1, S_1

Μέθοδος 2: n_2, X_2, S_2

$$S_P = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 + n_2 - 2)}}$$

$$u_{bias} = S_P \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$



ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

- Γραμμική καμπύλη αναφοράς: $y = a + bx$
- Προσδιορισμός C
- Η αβεβαιότητα, $u(C)$, δίνεται από την εξίσωση:

$$u(c) = \frac{S_{y/x}}{b} \left\{ \frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{(y_0 - \bar{y})^2}{b^2 \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \right\}^{1/2}$$



ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

όπου

b : η κλίση της καμπύλης αναφοράς

n : ο αριθμός των προτύπων διαλυμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της καμπύλης αναφοράς

m : ο αριθμός των επαναλήψεων κατά τη μέτρηση του άγνωστου δείγματος

y_0 : ο μέσος όρος των αποκρίσεων αυτών των επαναλήψεων

\bar{y} : ο μέσος όρος των αποκρίσεων των προτύπων διαλυμάτων

x_i : η συγκέντρωση κάθε πρότυπου διαλύματος

\bar{x} : ο μέσος όρος των συγκεντρώσεων των προτύπων διαλυμάτων, και



ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

$S_{y/x}$: η τυπική απόκλιση των υπολοίπων των τιμών y που προκύπτουν από την γραμμική συσχέτιση και δίνεται από τη σχέση:

$$S_{y/x} = \left\{ \frac{\sum_i (y_i - \hat{y})^2}{n - 2} \right\}^{1/2}$$



ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

Παράδειγμα

Κατά τον προσδιορισμό Cd σε δείγμα PVC μετά από χώνευση με οξέα και μέτρηση με AAS, κατασκευάστηκε καμπύλη αναφοράς με χρήση πρότυπων διαλυμάτων ($n=4$), με συγκεντρώσεις (x_i) 0.50, 1.00, 1.50 και 2.00 mg/L και καταγράφηκαν οι αντίστοιχες απορροφήσεις (y_i):

x_i (mg/L)	y_i
0.50	0.084
1.00	0.162
1.50	0.232
2.00	0.301



ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

Η εξίσωση της γραμμικής παλινδρόμησης με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων δίνει:

$$y_i = 0.0145 + 0.1442x_i, \text{ με } r=0.9996$$

x_i (mg/L)	y_i	$x_i - \hat{y}$	$(x_i - \hat{y})^2$
0.084	0.0866	-0.0026	6.76E-06
0.162	0.1587	0.0033	1.089E-05
0.232	0.2308	0.0012	1.44E-06
0.301	0.3029	0.0019	3.61E-06
$\bar{y} = \mathbf{0.195}$		$\sum_i (x_i - \hat{y})^2 = 2.27E-05$	
		$S_{y/x} = \mathbf{0.003369}$	



ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

x_i (mg/L)	$(x_i - \bar{x})^2$
0.50	0.5625
1.00	0.0625
1.50	0.0625
2.00	0.5625
$\bar{x} = 1.25$	$\sum_i (x_i - \bar{x})^2 = 1.25$



ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

Στη συνέχεια μετράμε το διάλυμα του άγνωστου δείγματος πέντε φορές ($m=5$) και ο μέσος όρος των απορροφήσεων είναι $y_0=0.106$. Από την εξίσωση της καμπύλης αναφοράς, για $y_0=0.106$ προκύπτει $C = 0.64 \text{ mg/L}$. Η αβεβαιότητα στην συγκέντρωση που προσδιορίστηκε προκύπτει από την εφαρμογή της εξίσωσης και είναι:

$$u(c) = \frac{S_{y/x}}{b} \left\{ \frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{(y_0 - \bar{y})^2}{b^2 \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \right\}^{1/2} = 0.013 \text{ mg/L}$$



Μέτρηση όγκου

1. Ανοχή στο πιστοποιητικό: $\pm\alpha$, $u_1 = \alpha/\sqrt{3}$
2. Μηνίσκος: πειράματα επαναληψιμότητας γέμισμα - ζύγιση, $u_2 = S_r$
3. Θερμική διαστολή: διαφορά θερμοκρασίας εργαστηρίου – θερμοκρασίας αναφοράς (20°C).

$$\Delta V = V_{20} \times a_w \times \Delta T, \quad u_3 = \Delta V / \sqrt{3}$$

$$u(V) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}$$



Μέτρηση μάζας

Η αβεβαιότητα στον προσδιορισμό της μάζας υπολογίζεται από τα δεδομένα της διακρίβωσης του ζυγού, τα οποία υπάρχουν στο πιστοποιητικό διακρίβωσης. Συχνά παρέχεται εξίσωση

Όταν ζυγίζουμε εκ διαφοράς (έχουμε δύο ζυγίσεις (απόβαρο και απόβαρο-δείγμα), $W = W_1 - W_2$ τότε:

$$u(w) = \sqrt{u_1(w_1)^2 + u_2(w_2)^2} = \sqrt{2 \cdot u_i(w)^2}$$



Συνδυασμένη αβεβαιότητα, u_c

➤ Διάδοση σφαλμάτων

$$\frac{u_c([Cd])}{[Cd]} = \sqrt{\left(\frac{u_{bias}}{Cd_{CRM}}\right)^2 + RSD_r^2 + \left(\frac{u(C)}{C}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2 + \left(\frac{u(m)}{m}\right)^2}$$

$$= \sqrt{0.015^2 + 0.0098^2 + 0.02^2 + 0.0006^2 + 0.0009^2}$$

$$\Rightarrow \frac{u_c([Cd])}{[Cd]} = 0.027$$

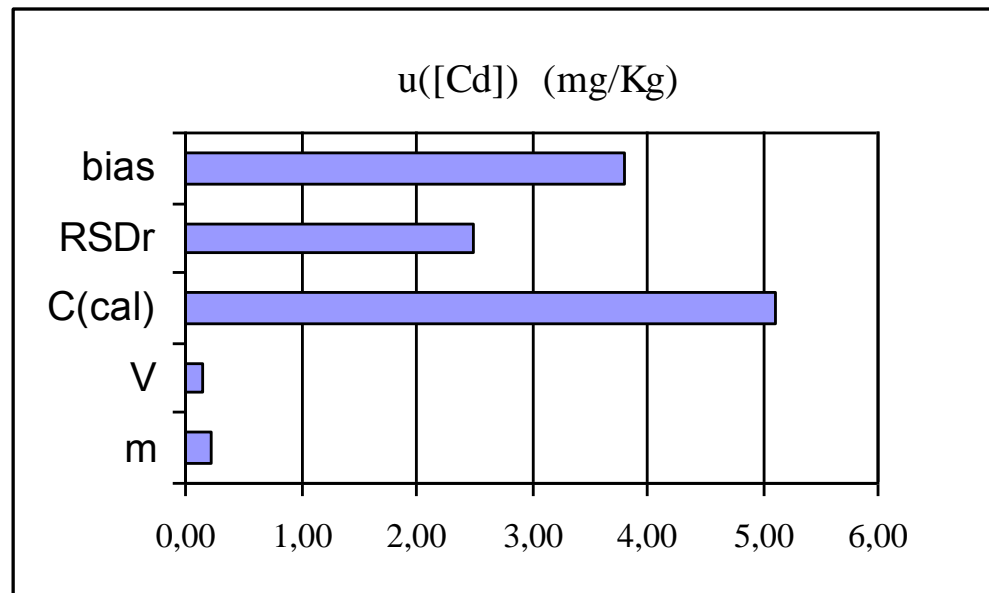
➤ Διαφορετικές μονάδες ➔ συνδυασμός σχετικών τυπικών αβεβαιοτήτων



Συνδυασμένη αβεβαιότητα, u_C

Για την προσδιορισθείσα συγκέντρωση $[Cd] = 254.8 \text{ mg/Kg}$, η συνδυασμένη τυπική αβεβαιότητα είναι

$$u_C([Cd]) = 0.027 \times 254.8 \approx 6.9 \text{ mg/Kg}$$



Διευρυμένη αβεβαιότητα, U

$$U = k \times u_c$$

Παρουσίαση αποτελέσματος:

Αποτέλεσμα: ($X \pm U$) μονάδες

Π.χ.

[Cd]: (255 ± 14) (mg/Kg)

Όπου η αναφερόμενη αβεβαιότητα είναι η διευρυμένη αβεβαιότητα, υπολογισμένη με συντελεστή κάλυψης 2 (95%)



Τέλος

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση διαθέσιμη [εδώ](#).



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Θωμαΐδης Νικόλαος 2015. Θωμαΐδης Νικόλαος. «Έλεγχος και Διασφάλιση Ποιότητας». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<http://opencourses.uoa.gr/courses/CHEM103/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

