

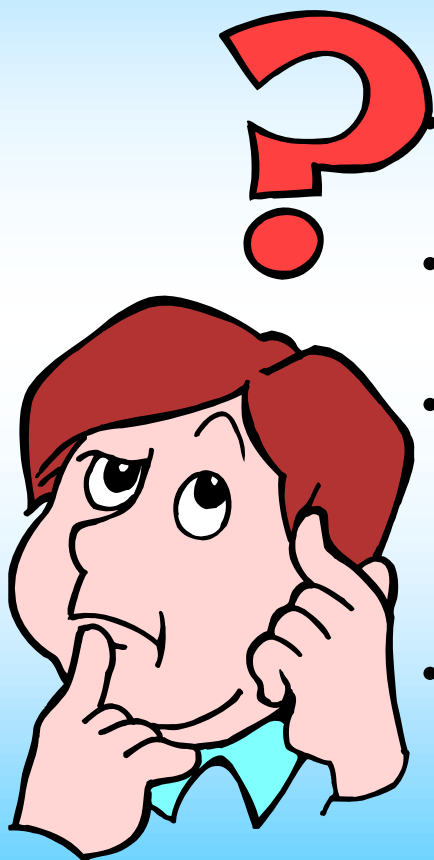
**Letem  
mikrobiologií  
kalů**

[Imateju@szu.cz](mailto:Imateju@szu.cz)

**Státní zdravotní ústav,  
Šrobárova 47, Praha 10**

# Letem mikrobiologií kalů

- změny v právních předpisech
- řešení podstatných nejasností v pojmech a požadavcích předpisů
- MZe ČR TNV 75 8090 Hygienizace kalů v čistírnách odpadních vod
- malá informovanost jak použít limity a kdy a jak hodnotit účinnost hygienizace
- CEN/TR 16193:2013 Kaly z čistíren odpadních vod, ošetřené bioodpady a půda – Detekce a stanovení počtů bakterií *Escherichia coli* (CEN/TC 400)
- proč je vzorkování pro mikrobiologické rozbory opomíjenou částí



# Definice - současný stav

Poplatná době, kdy vznikal předpis

## Kaly z čistíren odpadních vod a další biologicky rozložitelné odpady

### § 32

Pro účely této části zákona se rozumí

a) kalem

1. kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících **městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností,**

2. kal ze **septiků a jiných podobných zařízení,**

3. kal z čistíren **odpadních vod výše neuvedených,**

b) upraveným kalem - kal, který byl podroben biologické, chemické nebo tepelné úpravě, dlouhodobému skladování nebo jakémukoliv jinému vhodnému procesu tak, že se **významně sníží obsah patogenních organismů v kalech,** a tím zdravotní riziko spojené s jeho aplikací,

c) použitím kalu - zapracování kalu do půdy,

d) programem použití kalů - dokumentace zpracovaná v rozsahu stanoveném prováděcím právním předpisem.

Zpracovatelská zařízení	Označení výstupu	Označení po zahuštění		Právní předpis pro využití výstupu
		Označení Zahuštěné frakce	Označení tekuté frakce	
<p><b>ČOV – zpracovávající odpadní vody</b></p> <p>kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností, kal ze septiků a jiných podobných zařízení</p>	kal	kal	kalová voda	<p>Zákon 185/2001 Sb. o dpadech:  <b>Vyhl.č.382/2001 Sb.,</b>  Vyhl.č.341/2008 Sb.,  Vyhl č.294/2005 Sb.  Zákon o hnojivech č. 156/1998 Sb.:  <b>Vyhl.474/2000 Sb</b></p>
<p><b>ČOV – zpracovávající odpadní vody a VŽP</b></p> <p>kal – kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících odpadní vody a <b>současně zpracovávající odpady na základě rozhodnutí krajského úřadu, kterým je udělen souhlas k provozování zařízení pro nakládání s odpada s jeho provozním řádem</b></p>	<p><b>zbytek rozkladu</b></p> <p>kal</p>	<p><b>tuhý zbytek</b></p> <p>kal</p>	<p><b>tekutý zbytek</b></p> <p>kalová voda</p>	<p>Nařízení EU_č.1069/2009):  Nařízení EU č. 142/2011 341/2008 Sb.,</p>

# Kdy je třeba vzorkovat čistírenské kaly?

**Limitní koncentrace indikátorových organismů pro upravené čistírenské kaly určené k využití na zemědělské půdě dle vyhl. 382/2001.**

Příloha č. 4 k vyhlášce č.382/2001 Sb., Kategorie kalů	Přípustné množství mikroorganismů(KTJ*)v 1g sušiny aplikovaných kalů		
	termotolerantní koliformní bakterie	enterokoky	<i>Salmonella sp.</i>
I	< 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>3</sup>	negativní nález
II	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup> - 10 <sup>6</sup>	nestanovuje se

Limitní koncentrace indikátorových organismů pro výstupy dle vyhlášky č. 341/2008 Sb. pro výstupy z anaerobního zpracování (BS) a kompostáren

Indikátorový mikroorganismus	Výstup dle 341/2008 Sb. limit nález	
	Počet vzorků	nález
<i>Salmonella spp.</i> nález v 50g	5	negativní
Termotolerantní koliformní bakterie KTJ* v 1 gramu	1	< 10 <sup>3</sup>
	4	< 50
Enterokoky KTJ* v 1 gramu	1	< 10 <sup>3</sup>
	4	< 50

Limitní koncentrace indikátorových organismů pro výstupy z dle Nařízení 1069/2009 (EU č. 142/2011) pro výstupy z BS a kompostáren

Indikátorový mikroorganismus	Výstup dle Nařízení 1069/2009 Limit nález**	
	Počet vzorků	nález
<i>Salmonella spp.</i> *** nález v 25g		negativní
<i>Escherichia coli</i> ** KTJ* v 1 gramu	1	< 5.10 <sup>3</sup>
	4	< 10 <sup>3</sup>
Enterokoky** KTJ* v 1 gramu	1	< 5.10 <sup>3</sup>
	4	< 10 <sup>3</sup>

### **a) kal současná definice v zákoně**

1. kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností,
2. kal ze septiků a jiných podobných zařízení,
3. kal z čistíren odpadních vod výše neuvedených,

### **3. kal definice z normy TNV 75 8090**

1. kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností,
2. kal ze septiků a jiných podobných zařízení,
3. kal – kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících odpadní vody (viz.1) a současně zpracovávající odpady na základě rozhodnutí krajského úřadu, kterým je udělen souhlas k provozování zařízení pro nakládání s odpady a s jeho provozním řádem

### **a) kal definice z infrigentové novely (snad červenec 2015)**

1. kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností, a to i v případě, že čistírny odpadních vod zpracovávají také biologicky rozložitelné odpady na základě rozhodnutí krajského úřadu, kterým je udělen souhlas k provozování zařízení pro nakládání s odpady a s jeho provozním řádem, nebo biologicky rozložitelné odpady spadající do působnosti nařízení o vedlejších produktech živočišného původu 6),
2. kal ze septiků a jiných podobných zařízení,
3. kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících odpadní vody a materiály, které svými vlastnostmi odpovídají odpadním vodám a materiálům dle bodu 1, zejména odpadní vody a materiály, které mají původ v potravinářském průmyslu a zemědělství,“

# Metody stanovení mikrobiologických parametrů

*Mikrobiologické rozbory, které spadají pod vyhlášky zákona o odpadech a Nařízení 1069/2009*

AHEM v platném znění

(AHEM Acta Hygienica, Epidemiologica et Microbiologica 7/2001 a 1/2008)

pro *E. coli* jako CEN/TR 16193 ve Velké Británii a ve Francii v květnu 2013, v ČR byla vydána v roce 2014

V Německu je norma ve stádiu příprav jako DIN.

Ostatní indikátory ????

*vyhláška č.475/2000 Sb., kterou se mění vyhláška*

Ministerstva zemědělství č.273/1998 Sb., o odběrech a chemických rozborech vzorků hnojiv – pro mikrobiologické metody uvádí pouze metody z oblasti

Jakost vod - špatně

## **CEN/TR 16193:2013**

CEN/TC 400

Secretariat: DIN

### **Sludge, treated biowaste and soil — Detection and enumeration of *Escherichia coli***

## **CEN/TR 16193:2013**

CEN/TC 400

Kaly z čistíren odpadních vod, ošetřené bioodpady a půda –  
Detekce a stanovení počtů bakterií *Escherichia coli*

dokument (CEN/TR 16193:2013) byl připraven Technickým výborem  
CEN/TC 400 „Projektový výbor – Horizontální normy pro oblast kalů z  
čistíren odpadních vod, bioodpadů a půdy“, sekretariátem, který je zřízen DIN

Ustanovení 6: Metoda A – Metoda membránové filtrace pro kvantifikaci

Ustanovení 7: Metoda B – Miniaturizovaná metoda (Nejpravděpodobnější počet)  
inokulací do tekuté půdy

Ustanovení 8: Metoda C – Makrometoda (nejpravděpodobnější počet) v tekuté půdě



<b>Matrice</b>	<b>Metoda A Membr. filtrace</b>	<b>Metoda B Miniturizovaná MPN</b>	<b>Metoda C Makrometoda MPN</b>
Kal z čistírny odpadních vod	Mesofilně anaerobně stabilizovaný kal z čistíren odpadních vod Vzduchem sušený peletizovaný kal z čistíren odpadních vod Odvodněný stabilizovaný kal z čistíren odpadních vod Kompostovaný kal z čistíren odpadních vod	Mesofilně anaerobně stabilizovaný kal z čistíren odpadních vod Vzduchem sušený peletizovaný kal z čistíren odpadních vod Odvodněný stabilizovaný kal z čistíren odpadních vod Kompostovaný kal z čistíren odpadních vod	Mesofilně anaerobně stabilizovaný kal z čistíren odpadních vod Vzduchem sušený peletizovaný kal z čistíren odpadních vod Odvodněný stabilizovaný kal z čistíren odpadních vod Kompostovaný kal z čistíren odpadních vod
Bioodpady	Kompostované bioodpady Kompostované zelené odpady Anaerobně ošetřené bioodpady	Kompostované bioodpady Kompostované zelené odpady Anaerobně ošetřené bioodpady	Kompostované bioodpady Kompostované zelené odpady Anaerobně ošetřené bioodpady

# Metoda A – Metoda membránové filtrace pro kvantifikaci

Metoda A specifikuje postup membránové filtrace pro kvantitativní detekci kultivací jednotlivých kolonií na chromogenní agarové půdě.

Není vhodná pro materiály, jejichž ošetření výrazně redukuje počty bakterií na méně než 10 životaschopných *E. coli* na gram vlhké hmotnosti jako je přídavek vápna, sušení nebo pasterizace ????????

Je vhodná pro stanovení řádové redukce *E. coli* během úpravy odpadu stejně jako pro stanovení kvality konečného produktu. ???????

Homogenizovaný naředěný vzorek se filtruje, membránový filtr se asepticky vyjme a inkubuje se na membránovém laktózoglukuronidovém agaru (MLGA), nejprve při  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$  po dobu  $(4,0 \pm 0,5)$  h. Potom se teplota zvýší na  $(44 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Přítomnost *E. coli* je indikována zelenými koloniemi, které vznikají hydrolýzou BCIG (**5-brom-4-chlor-3-indolyl- $\beta$ -glukuronid (BCIG)**).

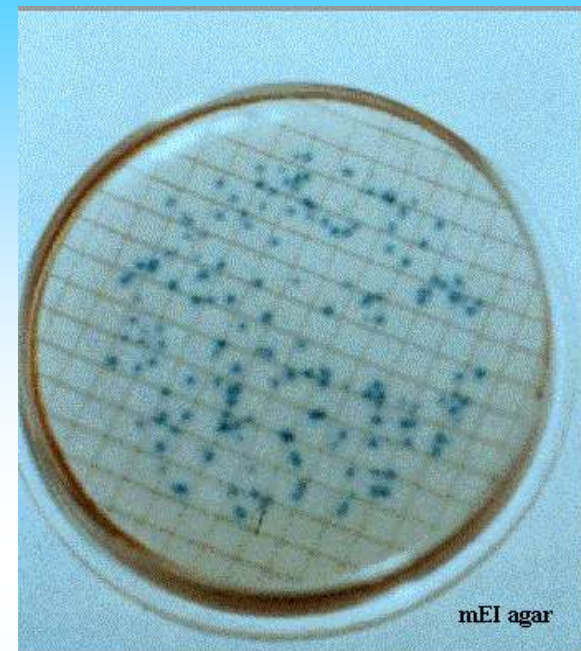
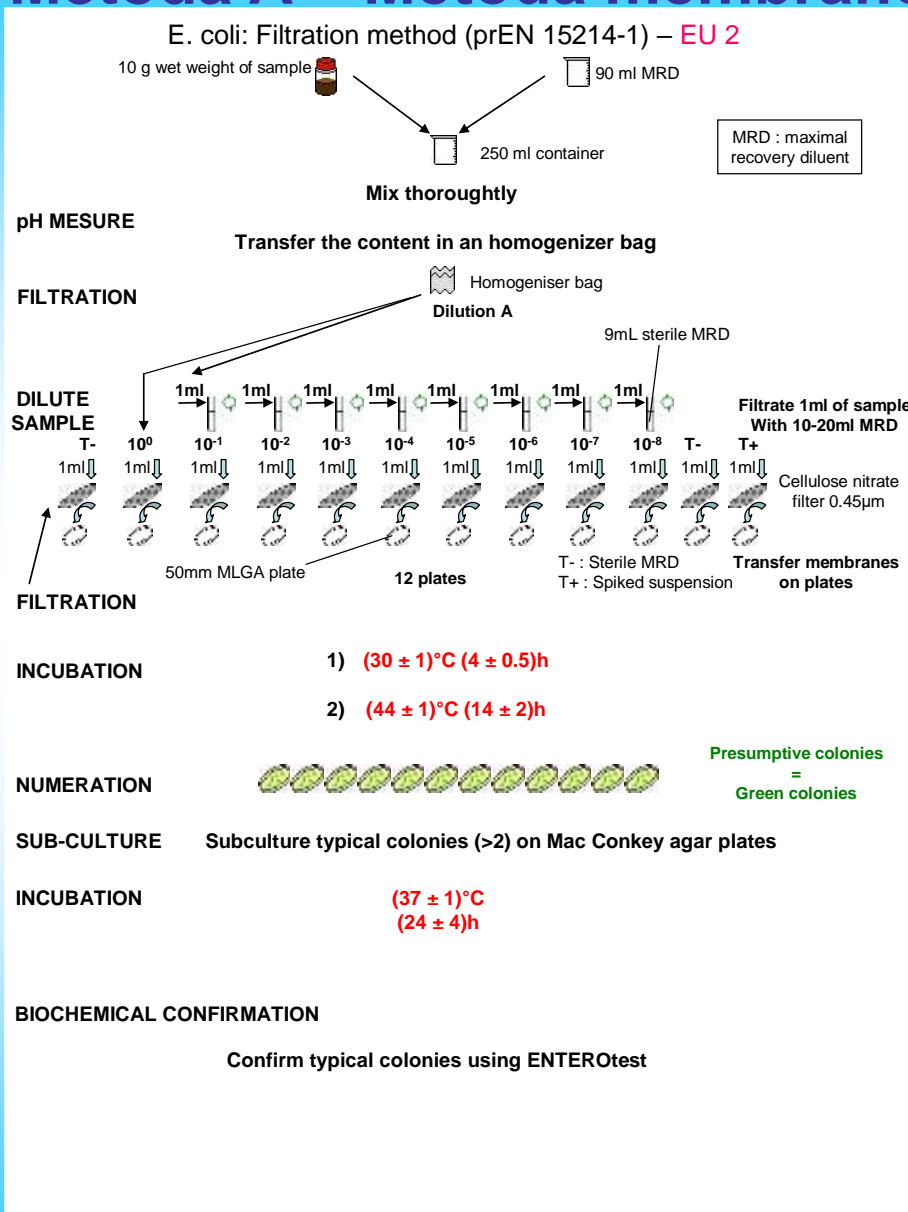
Limit detekce metody A je 27 KTJ *E. coli* na gram vlhké hmotnosti podle ENV ISO 13843 v závislosti na obsahu pevných látek. Při vysokých koncentracích ( $> 0,1$  g/mL) může být omezen objem vzorku, který projde membránou, pokud není naředěn.

Matrice	Střední hodnota ( <i>E. coli</i> /1 g vlhké hmotnosti)	Opakovatelnost (poměr)	Reprodukovatelnost (poměr)	Vyloučené odlehle hodnoty (statisticky určené)	Odstraněná data (Jiné důvody)	Celkový počet dat	Celkový počet laboratoří
Mesofilní anaerobní kal	< 26,96 <sup>a</sup>	-	-	-	-	0	13
	< 26,96 <sup>a</sup>	-	-	-	-	3	13
Anaerobně upravený bioodpad	1 784 260	2,8	59,4	2	-	33	13
	2 898 637	3,5	72	-	-	36	12
Peletizovaný vzduchem sušený kal	< 26,96 <sup>a</sup>	-	-	-	-	0	13
	385 222	7,1	29 465,7	-	1	36	13
Odvodněný kal z čistírny odpadních vod	6 632	3,2	7 499,5	-	-	35	12
	3 651	4,1	655,8	-	-	36	12
Kompostovaný kal	94 944 250	11,9	34,8	1	-	33	12
	968 981	5,9	88,1	1	-	36	13
Kompostovaný odpad ze zahrad	824 211	3,6	51,7	1	-	36	13
	433 007	2,5	32,3	-	-	39	13
Kompostované bioodpady	7 883 <sup>b</sup>	262,7 <sup>b</sup>	262,7 <sup>b</sup>	-	-	12	13
	16 967 925	4,3	33,6	-	-	39	13

<sup>a</sup> Teoretická mez detekce s pravděpodobností 95 % vypočtená pro metodu

<sup>b</sup> Nakonec pro zpracování dat jich bylo k dispozici jen málo. Pozorovaný rozptyl byl pouze náhodný rozptyl (žádná významná laboratorní vychýlení). Odhad je třeba brát v úvahu opatrně.

# Metoda A – Metoda membránové filtrace pro kvantifikaci



# Metoda A – Metoda membránové filtrace pro kvantifikaci

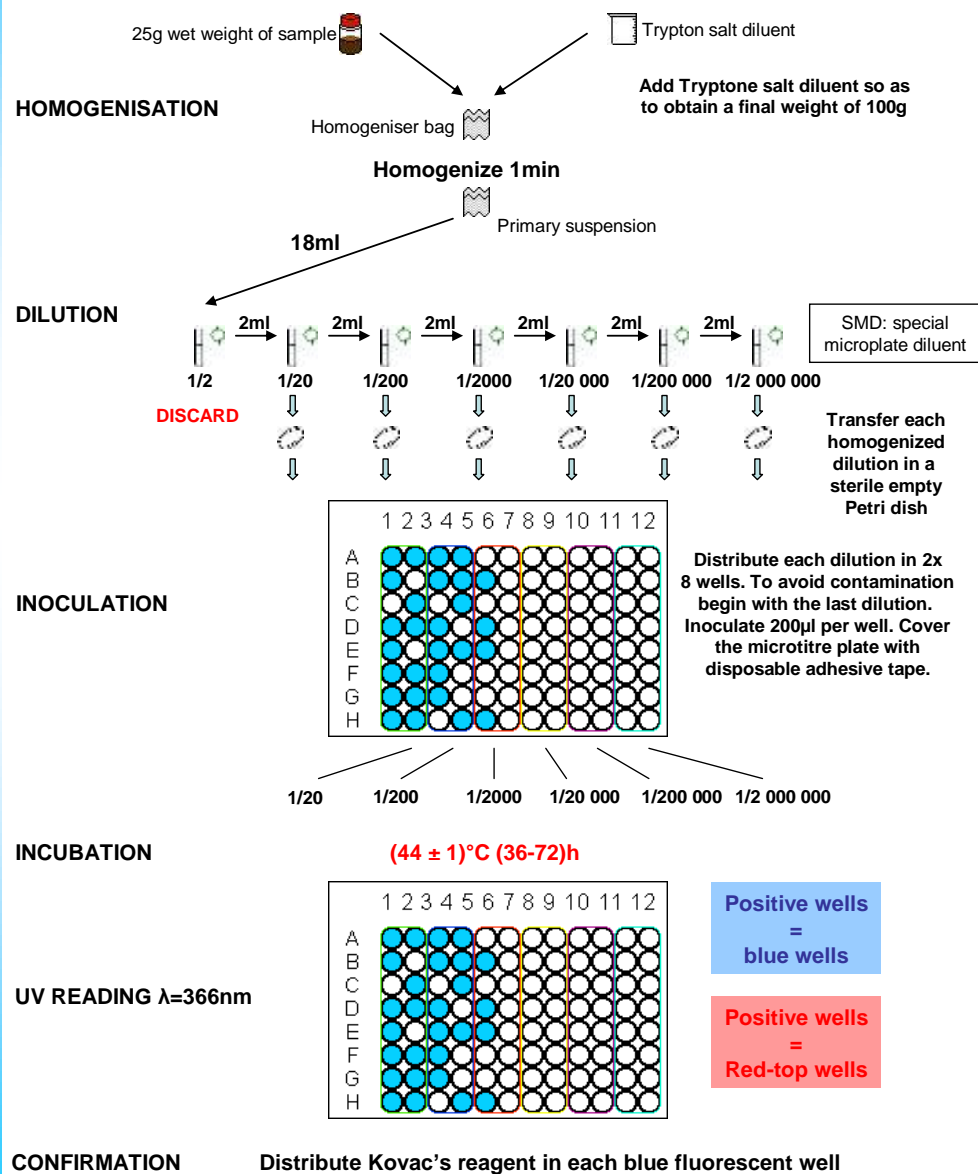
Výpočet počtu KTJ *E. coli* (přítomných na g vlhké hmotnosti původního vzorku) se provádí vydělením celkového počtu typických kolonií ( $n$ ) na filtrační membráně vybraných ploten celkovým filtrovaným objemem původního vzorku. Výsledek konfirmačního kroku je třeba vzít v úvahu při odhadu celkového počtu typických kolonií pro výpočet konečných výsledků (viz ISO 8199)

<b>Mez detekce</b> 5 % <i>E. coli</i> g vlhké hmotnosti	<b>Horní mez kvantifikace</b> 5 % <i>E. coli</i> g vlhké hmotnosti	<b>Pracovní rozsah</b> jednotky $\log_{10}$	<b>Výsledky disperze</b> $U^2$
26,96	$1,32 \cdot 10^{11}$	9,7	Méně než 0,05



# Metoda B – Miniaturizovaná metoda (Nejpravděpodobnější počet) inokulací do tekuté půdy

*E. coli*: Microplate method (prEN 15214-2) – EU 3



## SMD-Special Microplate Diluent

Inokulace 16 jamek každým ředěním

Metoda B specifikuje miniaturizovanou metodu nejpravděpodobnějšího počtu (MPN) pro semi-kvantitativní detekci *Escherichia coli* v kalu, půdách a organických hnojivech podobné konzistence jako validované matrice. Je vhodná pro hodnocení řadového snížení *E. coli* během úpravy stejně jako kvality konečného produktu. Metoda B má detekční limit (5 %) přibližně 67 *E. coli* MPN na g vlhké hmotnosti a kvantifikační rozsah 6 řádů (viz ENV ISO 13843).

## Metoda B – Miniaturizovaná metoda (Nejpravděpodobnější počet) inokulací do tekuté půdy

Příklad	Ředění						CN
	1/20	1/200	1/2 000	1/20 000	1/200 000	1/2 000 000	
A	16	16	9	3	0	0	16/9/3
B	16	16	9	7	1	0	9/7/1
C	12	5	0	0	0	0	12/5/0
D	0	1	0	0	0	0	0/1/0
<b>E</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16/12/5</b>

Hodnoty pro MPN se určí z tabulky stejně jako konfidenční meze

Mez detekce 5 % <i>E. coli</i> g vlhké hmotnosti	Horní mez kvantifikace 5 % <i>E. coli</i> g vlhké hmotnosti	Pracovní rozsah jednotky $\log_{10}$	Výsledky disperze $U^2$
67,40	$7,07 \cdot 10^7$	6,0	0,1

## METODA C – MAKROMETODA (NEJPRAVDĚPODOBNEJŠÍHO POČTU) V TEKUTÉ PŮDĚ

Metoda C specifikuje metodu nejpravděpodobnějšího počtu (MPN) pro semi-kvantitativní detekci *Escherichia coli* v kalech, upraveném bioodpadu a půdách s podobnou konzistencí jako validované matrice.

Je vhodná pro hodnocení řádové redukce *E. coli* v průběhu úpravy stejně jako pro hodnocení kvality konečného produktu.

Metoda C se může použít bez ohledu na obsah sušiny zkoušeného materiálu.

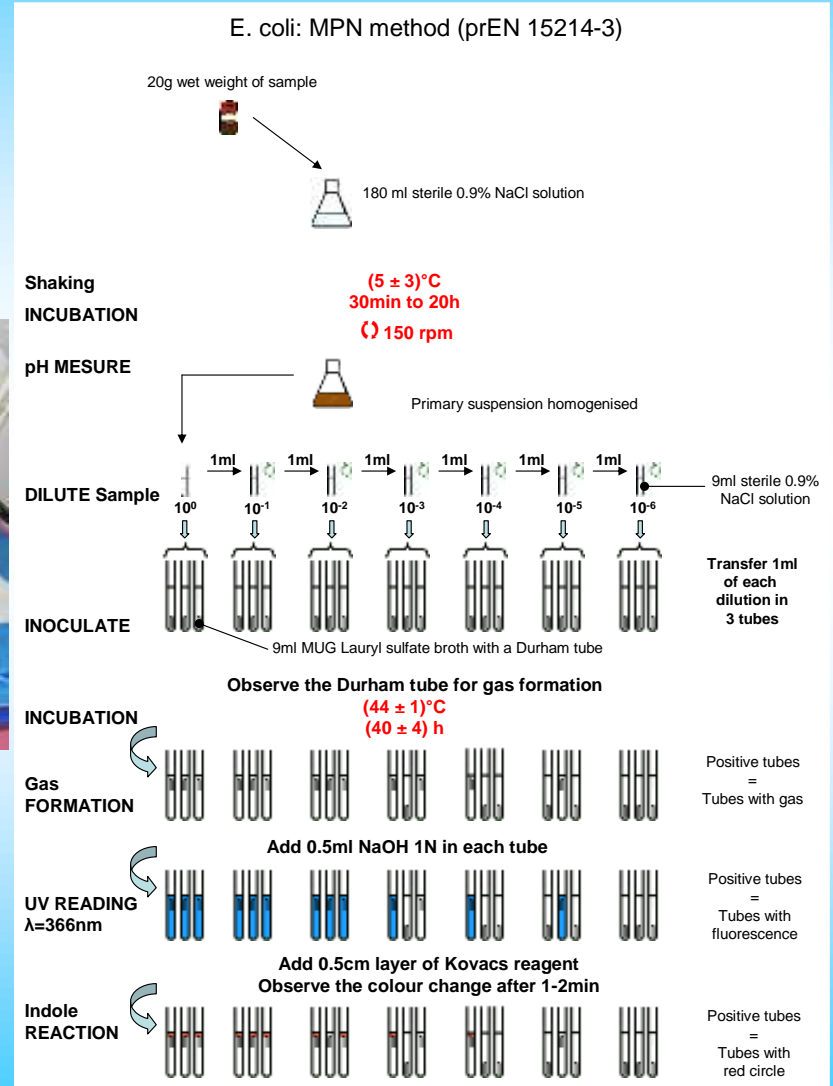
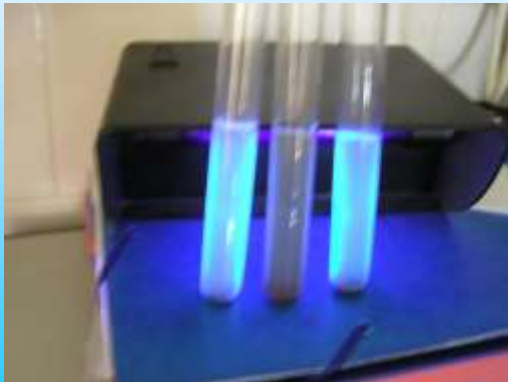
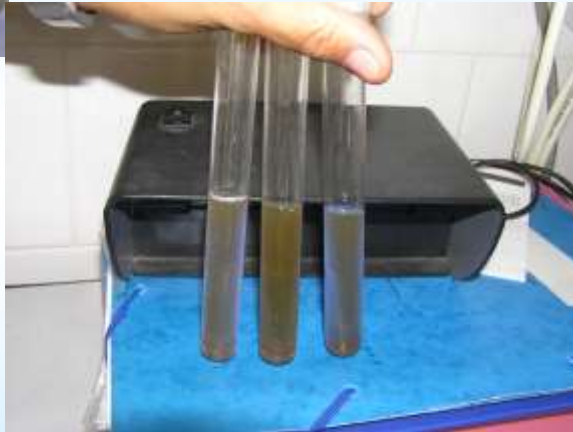
Metoda C má detekční limit přibližně 10 *E. coli* MPN/g vlhké hmotnosti (viz ENV ISO 13843).

- příprava homogenizované suspenze vzorku v 0,9 % (hmota/objem, např. g/L) roztoku chloridu sodného;
- sériové ředění této suspenze ve stejném ředícím roztoku (od  $10^{-1}$  až po  $10^{-7}$ );
- přenesení 3 x 1 mL z každého ředícího stupně do tří zkumavek obsahujících 9 mL FluorocultuTM – lauryl sulfátové půdy
- kultivace při  $(44 \pm 1)$  °C po dobu  $(40 \pm 4)$  h;
- detekce produkce plynu, fluorescence a produkce indolu;
- kvantifikace MPN technikou.

Laury sulfátová půda – Fluorocult TM.



# METODA C – MAKROMETODA (NEJPRAVDĚPODOBŇJŠÍHO POČTU) V TEKUTÉ PŮDĚ



# METODA C – MAKROMETODA (NEJPRAVDĚPODOBNEJŠÍHO POČTU) V TEKUTÉ PŮDĚ

	Plyn+/Fluorescence+/Indol+						
Ředící krok	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6+</sup>	10 <sup>-7+</sup>
Zkumavka 1	+	+	+	+	-	-	-
Zkumavka 2	+	+	+	-	+	-	-
Zkumavka 3	+	+	+	-	-	-	-
Charakteristické číslo	3	3	3	1	1	0	0
MPN index	7,5						
Ředící faktor	10 <sup>-3</sup>						
Výsledek: MPN <i>E. coli</i> /g (vlhká hmotnost) vzorku	7.5 x 10 <sup>3</sup>						

Limit detekce 5 % <i>E. coli</i> /g vlhké hmotnosti	Horní mez kvantifikace 5 % <i>E. coli</i> /g vlhké hmotnosti	Pracovní rozsah Log10 jednotka	Výsledky disperze U <sup>2</sup>
8,99	4,65 · 10 <sup>4</sup>	5,7	0,8

# ***Escherichia coli***

CEN/TR 15214-1 Detection and enumeration of *Escherichia coli* in sludges,  
- Part 1: Membrane filtration method for quantification - **EU 2**

CEN/TR 15214-2 Detection and enumeration of *Escherichia coli* in sludges, -  
Part 2: Miniaturised method (Most Probable Number) by inoculation in li  
quid medium - **EU3**

CEN/TR 15214-3 Detection and enumeration of *Escherichia coli* in sludges, -  
Part 3: Macromethod (Most Probable Number) in liquid medium – **EU 4**

Stanovení termotolerantních koliformních bakterií a *E.coli*  
(AHEM 7/2001) - **CZ 2**

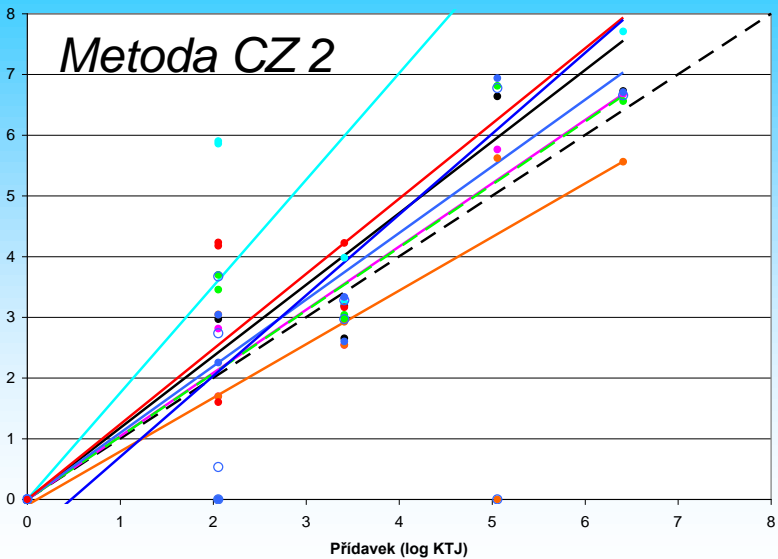
Stanovení *E.coli* metodou Colilert - **CL**

**Clause 6: Method A - Membrane filtration method for quantification EU2;**

**Clause 7: Method B - Miniaturised method (Most Probable Number) by  
inoculation in liquid medium EU3;**

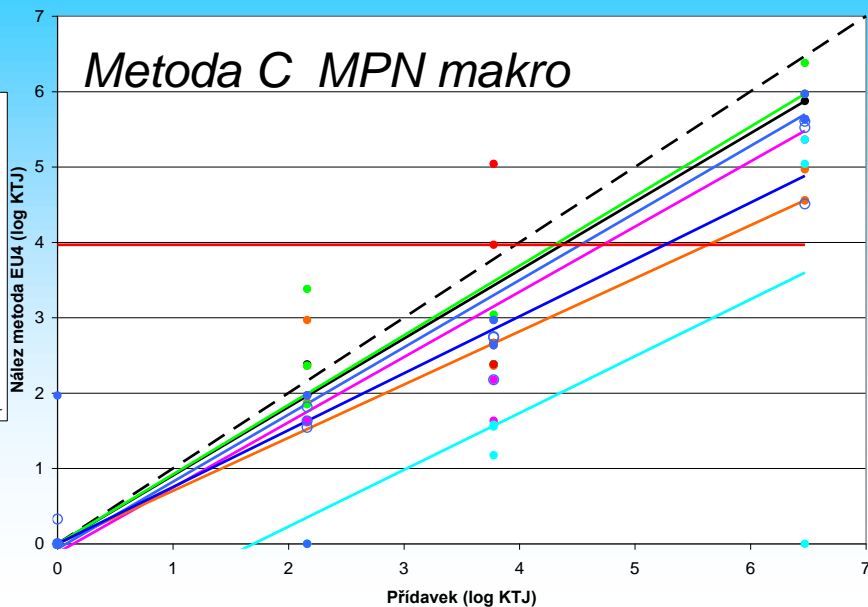
**Clause 8: Method C - Macromethod (Most Probable Number) in liquid  
medium EU4.**

# Metoda CZ 2



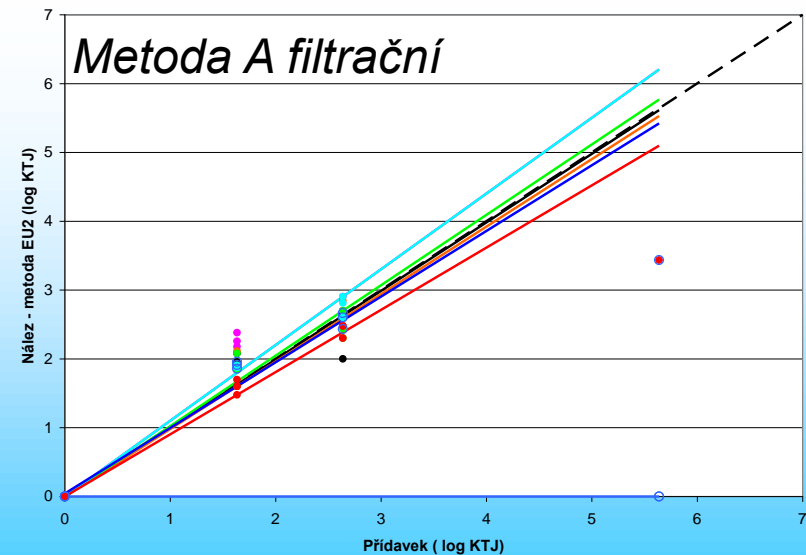
- LabA
- LabB
- LabC
- LabD
- LabE
- LabF
- LabG
- Průměr
- - - Identita
- PB LabA
- PB LabB
- PB LabC
- PB LabD
- PB LabE
- PB LabF
- PB LabG
- PB Průměr

# Metoda C MPN makro



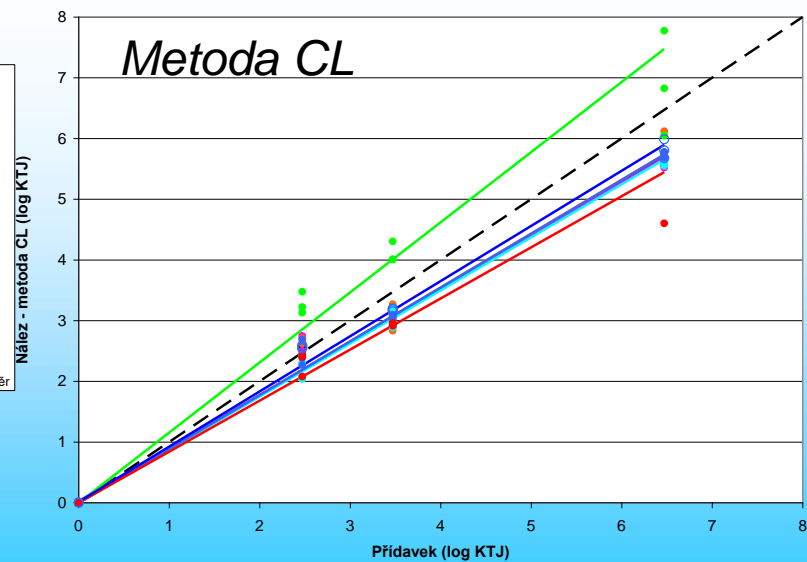
- LabA
- LabB
- LabC
- LabD
- LabE
- LabF
- LabG
- Průměr
- - - Identita
- PB LabA
- PB LabB
- PB LabC
- PB LabD
- PB LabE
- PB LabF
- PB LabG
- PB Průměr

# Metoda A filtrační



- LabA
- LabB
- LabC
- LabD
- LabE
- LabF
- LabG
- Průměr
- - - Identita
- PB LabA
- PB LabB
- PB LabC
- PB LabD
- PB LabE
- PB LabF
- PB LabG
- PB Průměr

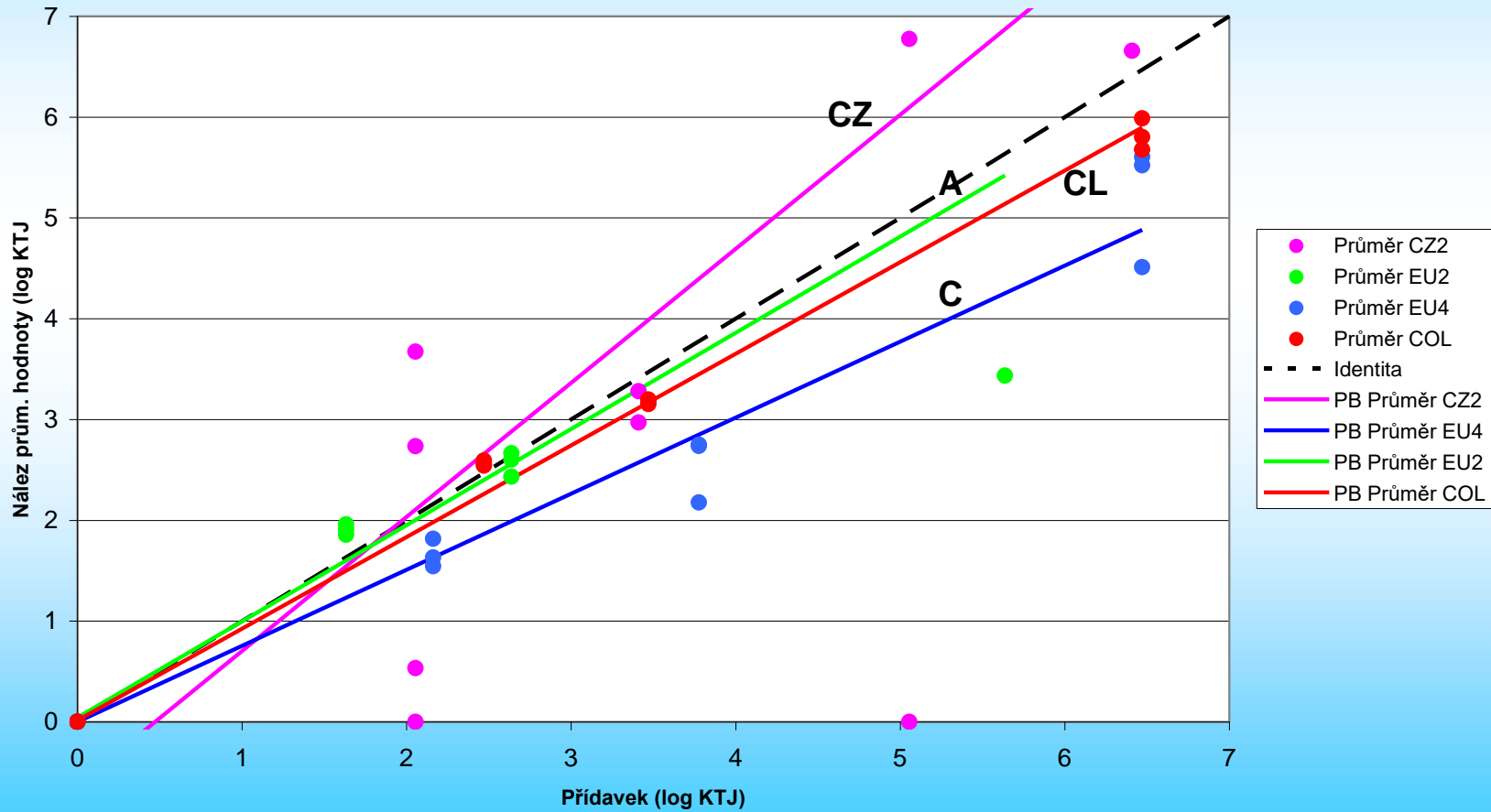
# Metoda CL



- LabA
- LabB
- LabC
- LabD
- LabE
- LabF
- LabG
- Průměr
- - - Identita
- PB LabA
- PB LabB
- PB LabC
- PB LabD
- PB LabE
- PB LabF
- PB LabG
- PB Průměr

# Porovnání všech metod pro stanovení *E.coli* – průměrné hodnoty

Metody pro *E. coli*



## **Normy na odběry kalů pro mikrobiologická stanovení**

**SSPI-CT-2003-502411**

**HORIZONTAL - ORG**

**HORIZONTAL STANDARDS ON ORGANIC MICRO-POLLUTANTS FOR IMPLEMENTATION OF EU DIRECTIVES ON SLUDGE, SOIL AND TREATED BIO-WASTE**

**D 2.2 - part B. Sampling of sewage sludge and treated biowastes – Technical Report on Sampling – Guidance on selection and application of criteria for sampling under various conditions.**

**Due date of deliverable: 1-1-2006 Actual submission date:30-1-2006**

**CEN/BT/TF 151**

**Date: 2007-04**

**prEN XXX:2007 (E)**

**Secretariat: DS**

**Soil, sludge and treated biowaste – Guidance for sample pretreatment**

**Zmínka o odběru pro mikrobiologické účely chybí POZNÁMKA 1 Pokud se mají vzorkovat pro stanovení mikrobiologických ukazatelů, je riziko křížové kontaminace vysoká a sub-vzorkování v terénu se nedoporučuje.**

## Četnost vzorků pro mikrobiologická stanovení

Předpis	Indikátorový mikroorganismus	Počet vzorků ke stanovení	poznámka	jednotky
Vyhl.č.382/2001 Sb. kal	TKB	1		g/suš
	enterokoky	1		g/suš
	salmonela	1	v 50g	nález
Vyhl. 341/2008 Sb. kompost nebo digestát	TKB	5 (4/1)		g
	enterokoky	5 (4/1)		g
	salmonela	5	v 50g	nález
Nařízení 142/2011 kompost nebo zbytek rozkladu	<i>E. coli</i>	5 (4/1)		g
	enterokoky	5 (4/1)		g
	salmonela	5	v 25g	nález

Z hlediska mikrobiologické kontaminace se jedná o nehomogenní materiál.

## Poznatky z praxe

Vzorkování během okružních testů -- směsný vzorek až o 4 řády

Vzorkování pro pověřené osoby jednorázové a směsné - o 1 řád

Důležitá definice šarže

Nedůležitější

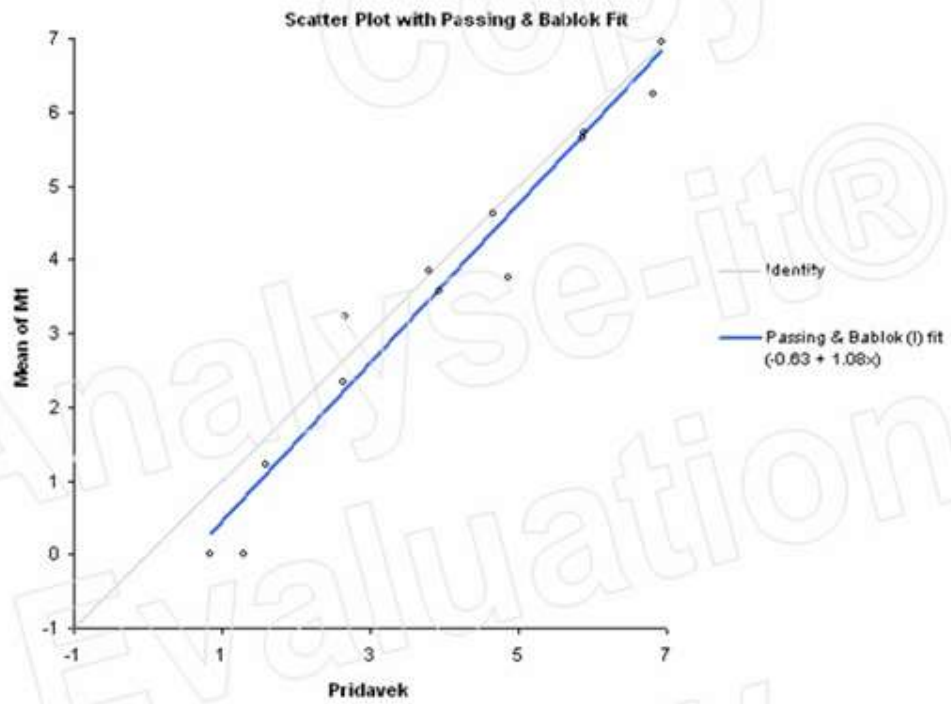
čas od odběru do rozboru,  
podmínky uskladnění a přepravy  
podmínky předúpravy vzorku v laboratoři  
čas od navážení vzorku do naočkování na nebo do  
růstového média



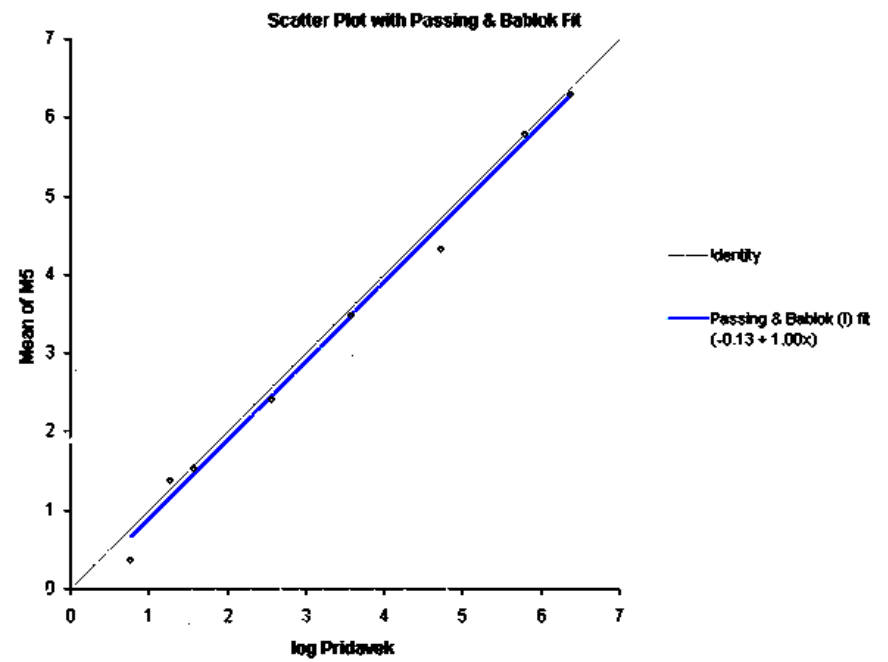


**Děkuji za pozornost**

# Přidavky známého množství KTJ – E.coli

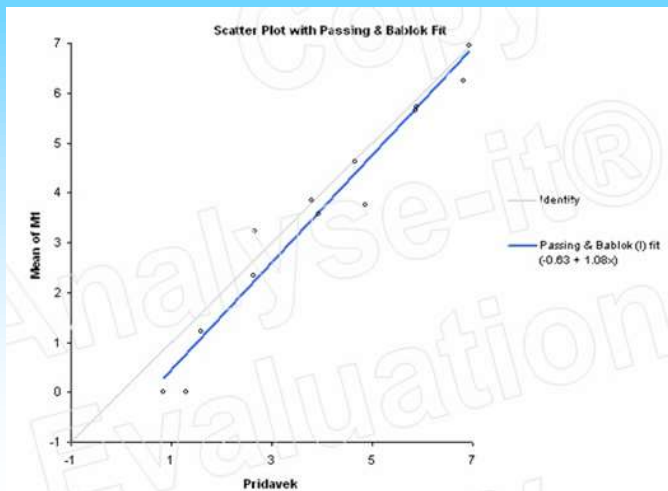


*metoda CZ 2*

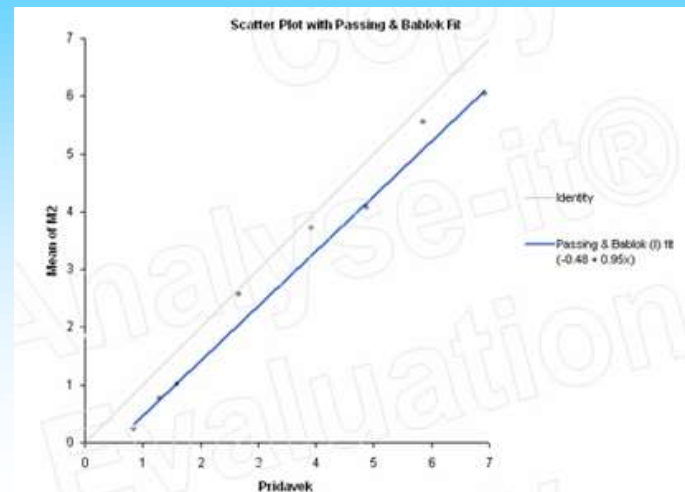


*metoda CL*

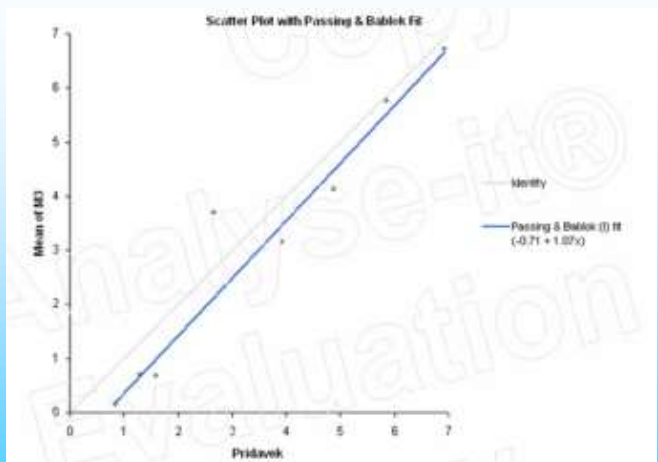
# Přidavky známého množství KTJ – E.coli



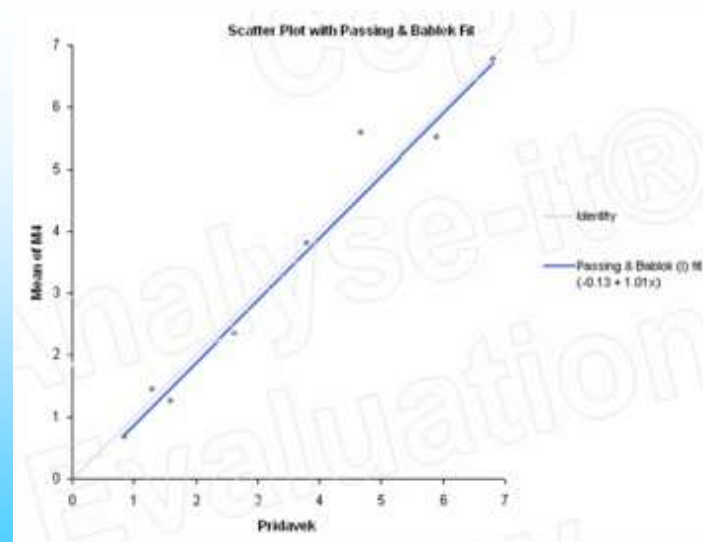
**CZ 2**



**Metoda B**



**Metoda C**



**Metoda A**

# ***E. Coli* - CL**

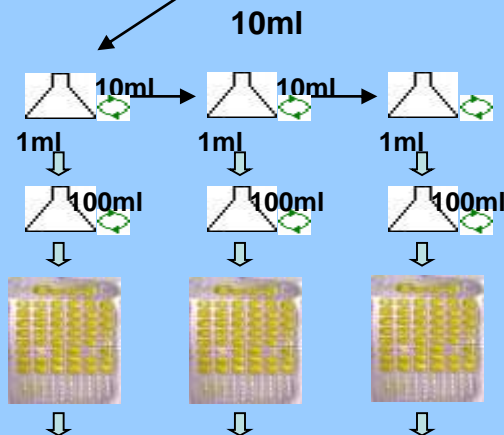


**HOMOGENISATION**

**Homogenize 2 minutes**

**pH MESURE**

**DILUTION**



90ml of Phosphate buffer in every bottle

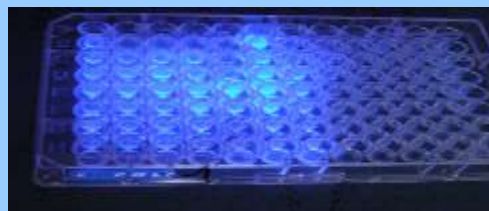
100ml Defined Substrate Colilert

Seal in QuantiTray Sealer and place in incubator for 24 hours at 35°C

**INCUBATION**

**(24 ± 1) h (35 ± 1)°C**

**NUMERATION**



UV reading  
 $\lambda$  366nm

Yellow wells = total coliforms  
Yellow / Fluorescent = *E. coli*

Refer to MPN Table

# Stanovení termotolerantních bakterií a *E.coli* kalech a bioodpadech (AHEM, ČR) CZ1

