

Statistické zpracování dat:

Chceme-li zjistit, jestli se liší dvě skupiny dat (třeba jestli je jedna lokalita více znečištěná než druhá), můžeme použít tzv. Studentův t -test. Tento test (v téhle variantě se jedná o nepárový dvouvýběrový) porovnává průměrné hodnoty obou skupin, přičemž zohledňuje variabilitu vnitř skupiny. Výsledkem testu je pak hodnota testové statistiky t . Tuto hodnotu můžeme porovnat s tabelovanou kritickou hodnotou. Je-li hodnota t nižší nebo stejná jako kritická hodnota, rozdíl mezi testovanými průměry je statisticky nevýznamný. Pokud je ale hodnota t vyšší, porovnávané skupiny můžeme považovat za odlišné.

Pozor! Správná kritická hodnota závisí kromě jiného od počtu tzv. stupňů volnosti. Tyto přímo souvisí s velikostí porovnávaných skupin. Statistika je proto tím přesnější, čím více dat máme k dispozici.

Vzorec na výpočet testové statistiky t , kde x_1 a x_2 jsou aritmetické průměry jednotlivých skupin, s_1 a s_2 jsou směrodatné odchylky výběru a n je počet členů **jedné** skupiny.

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_2^2}{n}}}$$

Počet stupňů volnosti (SV) v tomto případě vypočítáme jako:

$$SV = 2 \cdot n - 2$$

Průměr a směrodatnou odchylku lze počítat ručně, jednodušší je ale použít funkce tabulkového programu, např. Excel.

Pozn.: Pro použití t -testu v téhle formě je nutné, aby data splňovala několik kritérií – musí pocházet z normálního rozložení, skupiny musí mít stejné rozptyly a stejný počet členů. Pro účel zadání úlohy považujeme všechny tyto podmínky za splněné.

Hodnocení rizik

V případě dlouhodobé (chronické) expozice můžeme mluvit o chronickém denním příjmu (chronic daily intake, CDI). Tento příjem je pak porovnán s referenční dávkou (RfD) vypočtenou z hodnoty nejvyšší dávky, která ještě nezpůsobuje poškození ($NOAEL$), nebo z nejnižší dávky, která už poškození způsobuje ($LOAEL$). Hodnoty $NOAEL$ a $LOAEL$ jsou obvykle získány ze studií na zvířecích modelech a/nebo epidemiologických studií. Do výpočtu vstupuje i bezpečnostní faktor (SF), který pokrývá nejistotu stanovení a závisí na typu výchozích dat a dosahuje obvykle hodnoty od 10 do 10000. Porovnáním denního příjmu s referenční dávkou získáme index nebezpečnosti (HI). Je-li vyšší jako jedna (příjem překračuje referenční dávku), hrozí reálné riziko poškození lidského zdraví.

$$HI = \frac{CDI}{RfD}$$

Rovnice pro výpočet CDI :

$$CDI = \frac{CA \cdot IR \cdot ET \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT}$$

CDI – chronický denní příjem ($\text{ng kg}^{-1} \text{den}^{-1}$)

CA – koncentrace ve vzduchu (ng m^{-3})

IR – inhalované množství ($\text{m}^3 \text{den}^{-1}$)

ET – doba expozice (hod den^{-1})

EF – frekvence expozice (den rok⁻¹)

ED – trvání expozice (rok)

BW – tělesná váha (kg)

AT – konstanta pro účel konzistence jednotek ($ED \times 365$ den rok⁻¹)

Pro výpočet RfD používáme rovnici obsahující bezpečnostní faktor. Ten spočítáme součinem dílčích bezpečnostních faktorů, které charakterizují vstupní data. Základní dílčí hodnoty jsou:

10 pro pokrytí různorodosti mezi lidmi

10 pokud byly vstupní hodnoty $NOAEL$ zjištěny na zvířatech místo lidí

10 v případě, že $NOAEL$ byl zjištěn akutní expozicí a počítáme chronickou

10 v případě, že je místo $NOAEL$ použita hodnota $LOAEL$

$$RfD = \frac{NOAEL}{SF}$$

RfD – referenční dávka (ng kg⁻¹ den⁻¹)

$NOAEL$ – nejvyšší dávka, při které ještě není pozorován škodlivý účinek (ng kg⁻¹ den⁻¹)

SF – součin bezpečnostních faktorů

Tabulka 1: Koncentrace PFOS v krevní plazmě (ng/ml) některých skupin obyvatelstva.

Číslo vzorku	Hasičský sbor	Servis lyží	Personál prádelny	Personál hotelu	Dopracvi	Obsluha vleků	Místní obyvatelé (kontrola)
1	32,82	16,73	17,12	3,48	5,30	12,57	7,82
2	51,13	6,94	5,27	8,98	17,59	2,93	0,62
3	24,19	30,12	0,98	11,10	12,48	3,40	16,96
4	19,80	32,54	7,11	6,34	12,40	37,22	7,82
5	8,89	12,96	17,27	7,91	1,25	38,20	4,50
6	47,06	35,26	3,45	17,36	1,20	20,96	1,41
7	21,06	7,71	19,64	5,16	18,60	1,29	7,63
8	28,94	30,98	8,72	10,36	12,60	13,84	2,52
9	6,60	15,07	9,45	3,97	9,56	23,08	6,19
10	17,05	27,65	3,42	8,33	10,51	20,39	18,56
11	47,76	15,05	12,51	11,23	5,27	33,40	3,89
12	21,24	15,75	19,87	18,47	1,42	19,78	8,69
13	44,98	12,43	7,69	7,30	3,74	21,34	1,98
14	57,42	31,62	9,97	0,42	7,60	14,23	0,18
15	56,07	12,32	13,80	4,32	14,49	2,72	2,16

Tabulka 2: Kritické hodnoty testové statistiky podle počtu stupňů volnosti (SV).

SV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kritická hodnota	12,706	4,303	3,182	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228

SV	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
kritická hodnota	2,179	2,145	2,120	2,101	2,086	2,074	2,064	2,056	2,048	2,042

SV	35	40	45	50	60	70	80	90	100
kritická hodnota	2,030	2,021	2,014	2,009	2,000	1,994	1,990	1,987	1,984

Tabulka 3: Koncentrace PFOS (pg/vzorek) ve vzorcích prachu a stěrů.

číslo vzorku	c_{PFOS} (ng/vzorek)
1	12,4
2	32,3
3	60,2
4	75,4
5	84,2
6	292
7	254
8	191
9	79,4
10	94,2
11	568
12	325

Tabulka 4: Charakteristika odběrových lokalit.

číslo vzorku	plocha odběrového místa (m ²)	popis odběrového místa	množství přesítovaného vzorku (g)
1	1	podlaha u vstupu do předsíně prádelny	0,205
2	1	podlaha před vstupem do prádelny	0,168
3	3	podlaha u předpíracích umyvadel	0,302
4	3	podlaha u sušiček I.	1,012
5	3	podlaha u sušiček II.	0,706
6	3	podlaha u praček	0,152
7	1	povrch sušičky I.	–
8	1	povrch sušičky II.	–
9	1	povrch pračky I.	–
10	1	povrch pračky II.	–
11	3	podlaha u vstupu do technické místnosti	0,230
12	3	podlaha u velkokapacitní nádrže na odpadní vodu	0,606

Tabulka 5: Průměrné hodnoty charakterizující exponované pracovníky.

Vdechnutý vzduch	0,83 m ³ /hod
Doba expozice	8 hod/den
Frekvence expozice	250 den/rok
Trvání expozice	25 rok
Průměrná váha	70 kg

Nákres vzorkovacího plánu

