



# Užití statistických metod v ochraně a podpoře veřejného zdraví

Shrnutí kurzu „ NIVA course on Statistics for Assessment of Occupational Exposures and Health Outcomes,,

Ing. Pavla Pechová, Ph.D.

[pavla.pechova@szu.cz](mailto:pavla.pechova@szu.cz)

Centrum hygieny práce a pracovního lékařství,  
Oddělení hygieny práce, Laboratoř pro fyzikální faktory

## Obsah prezentace

- Hodnocení expozice – včera a dnes
- Studie jako základ statistických dat
- Model analýzy rozptylu (ANOVA)
- Smíšený model
- Matice pracovní expozice (JEM)
- Odhad a modelování expozice – databáze Waunc
- OSH Barometr
- Otázka k zamyšlení - IOHA

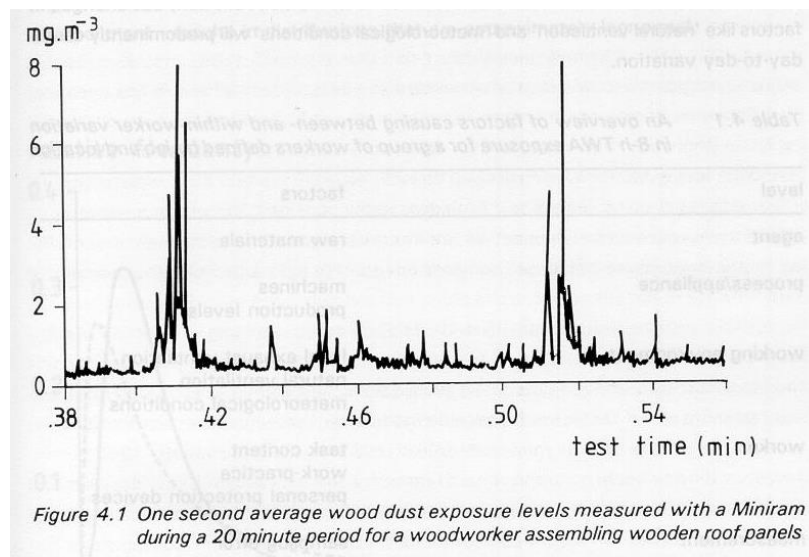
## Hodnocení expozice – starší pojetí

- Expozice uvažovaná jako statická binární vlastnost jednotlivce (expozice je/není)
- Expozicí máme na mysli kontakt s látkou, podmínky nebo procesy, které mohou ovlivnit lidské zdraví
- Hodnocení expozice – je pouze zařazení jednotlivců do homogenní exponované nebo neexponované skupiny
- Rozšíření možné pouze definováním dalších homogenních kategorií expozice

## Hodnocení expozice – současné pojetí

### ➤ Práce s proměnnými:

- Variabilita mezi skupinami (základ pro epidemiologii)
- Variabilita mezi jednotlivci (v průměrné expozici)
- Variabilita u jednotlivců (časová variabilita)
- Variabilita mezi jednotlivými částmi těla
- Variabilita expozice (průběh koncentrace, peaky)

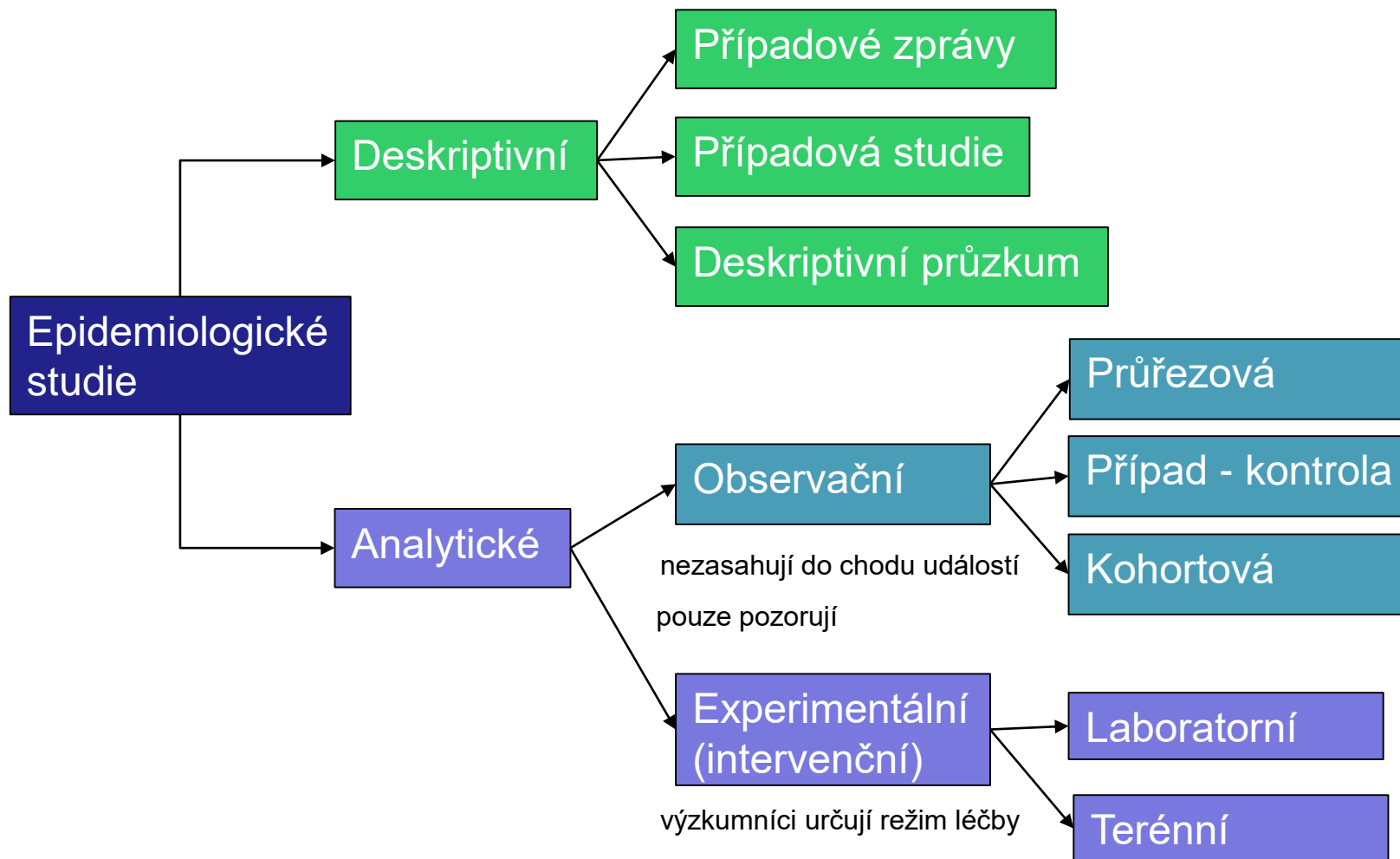


Obr. 1 Expozice dřevnímu prachu [1]

# Vhodná studie - základ pro statistické zpracování

- abychom ze studie získali relevantní statistická data, je nutné studii vhodně naplánovat:
- **Řešitelský tým:** hygienik práce, statistik, lékař/psycholog
- **Cenová proveditelnost:** co si můžeme dovolit, jsme schopni zvládnout
- **Cíl:** stanovení a následná jeho revize
- **Způsob měření:** kdo, co a kdy bude měřit
- **Přemýšlet o variabilitě:** v rámci jednotlivce a mezi jednotlivci
- **Zvážit možné zkreslení a nesprávnou klasifikaci** jak expozice, tak výsledků
- **Zvážit přirozený průběh nemoci**
- **Provést pilotní studii** k optimalizaci měření expozice a zhodnocení výsledků

# Vhodná studie - základ pro statistické zpracování



Obr. 2 Epidemiologické studie [2], upraveno

## Randomizovaná kontrolní studie (RCT)

- hodnotí účinnost určité léčby nebo intervence
- cílem je snížit zdroje zkreslení při testování
- subjekty jsou náhodně přiděleny do dvou nebo více skupin
- **1. skupina (experimentální skupina)** - přijímá posuzovanou léčbu
- **2. skupina (kontrolní skupina)** - dostává alternativní léčbu, např. placebo nebo žádný zásah

### Klíčové parametry:

- zaslepení
- randomizace
- utajení přidělení

## Zaslepení (Blinding)

- zvyšuje objektivnost a validitu výsledků
- Zaslepení = účastníci studie nevědí, nejsou schopni rozpoznat, jaký přípravek je podáván

Dle míry zaslepení rozlišujeme:

- **jednoduché zaslepení** (zaslepena je jen jedna strana buď subjekt hodnocení nebo investigátor- hodnotitel)
- **dvojitě zaslepení** (double blinding) - zaslepeni oba, jak subjekt hodnocení, tak investigátor
- **trojitě zaslepení** (triple blinding) – zaslepen navíc i personál zpravující data
- **čtyřnásobné zaslepení** (quadruple blinding) – i osoby aplikující medikaci a osoby vyhodnocující léčebný efekt jsou zaslepeni



## Randomizace (Randomization)

- **proces náhodného rozdělování hodnocených subjektů do dvou či více léčebných skupin** srovnávaných v rámci klinického hodnocení
- cílem je zamezit selektivnímu zařazování konkrétních pacientů do konkrétních ramen studie

### Randomizační techniky:

- **nepřípustné – dříve často používané** (randomizace subjektů hodnocení na základě vstupu do studie, na základě iniciál, nebo na základě data narození; nevhodnost - při otevřeném klinickém hodnocení investigátor ví, kam by byl subjekt zařazen a nemusí ho do studie začlenit)
- **méně vhodné – tzv. kompletní randomizace**  
Subjekt je přiřazen do konkrétního ramene studie pouze na základě hodů mincí (nebo tahu losu, použití náhodného generátoru čísel atd.)
- **doporučené** - stratifikovaná permutační bloková randomizace a adaptivní randomizace (stratifikovaná randomizace – vychází z principu definování nejdůležitějších prognostických faktorů, které mohou zásadně ovlivnit účinnost a bezpečnost léčebného režimu – stadium onemocnění, věk, pohlaví)

## Model analýzy rozptylu (ANOVA model)

- Jednosměrný model
- Soubor statistických modelů a s nimi spojených odhadů proměnlivosti mezi skupinami
- **k analýze rozdílů průměrů mezi 2 nebo více skupinami** (většinou k testování mezi 3 skupinami, protože 2 skupiny lze řešit pomocí „t-testu“)
- založen na zákonu totálního rozptylu, kde je pozorovaný rozptyl v konkrétní proměnné rozdělen do složek, které lze připsat různým zdrojům proměnných

## Smíšený model (Mixed model)

- parametry modelu jsou - **pevné** (fixed) a **náhodné** (random)
- **pevné parametry** – jsou společné všem skupinám
- **náhodné parametry** – vyjadřují odchylky jednotlivých skupin od pevných parametrů (globálních)
  
- je to „kompromis“ mezi globálním a lokálním modelem – každá skupina může mít vlastní model, ale tyto modely jsou určitým způsobem „svázaný“ s „globálním“ modelem, takže jejich parametry nemohou nabývat zcela libovolných hodnot jako u lokálních modelů

## **Smíšený model (Mixed model)**

- Vhodný pro analýzu:
  - 1) shlukovaných dat (clustered data)
  - 2) longitudinálních dat (longitudinal data) – dlouhodobé sledování
  - 3) opakovaných měření (repeated measured data)
  - 4) kombinace předchozích (např. shluková longitudinální data - subjekty tvoří shluky a každý subjekt má alespoň dvě měření)

## **Matice pracovní expozice (JEM = Job-exposure matrices)**

- **užitečný nástroj pro posouzení expozice, pokud nejsou k dispozici žádné jiné údaje o expozici**
- poskytuje tabulku pracovních pozic a s tím spojené expozice více pracovním faktorům (pro pracovníky vykonávající tyto práce během různých časových období)
- **Výhody:** nízké náklady, široká použitelnost, absence zkreslení z vlastního vykazování
- **Nevýhody:** nezohledňuje individuální odchylky v expozicích v rámci stejné práce

### **SYN-JEM**

- kvantitativní JEM vyvinut modelováním jednotlivých naměřených dat v rámci projektu SYNERGY (rozsáhlá analýza případových studií rakoviny plic), obsahuje 356 551 měření z 19 zemí

# Odhad a modelování expozice – pomocí databáze

## Mezinárodní databáze WAUNC

- databázi spravuje Nizozemí
- obsahuje kvantitativní měření na pracovištích (měření expozic chemickým látkám)
- pro každé měření jsou uvedeny detailní informace:
  - použitá strategie měření
  - místo a čas
  - účel a původ měření
  - popis pracoviště
  - kódové označení pro pracovní pozici a druh průmyslového odvětví (pro odvětví a povolání se používají kódy ISIC a ISCO – klasifikace je 5-ti místná, na 5. místě je národní členění)

## Shrnutí

- **Aby data byla statisticky relevantní musí být vhodně zvolena studie od jejího počátku.**
- **Sestavit vhodný řešitelský tým, zvážit časové a finanční možnosti a proveditelnost studie, stanovit si cíl, a revidovat ho. Stanovit metodiku měření a vyhodnocení pomocí vhodných statistických modelů.**
- **Přemýšlet o možném zkreslení výsledků.**
- **Zohlednit variabilitu** - lepší je měření v čase opakovat, aby byla pokryta variabilita všech proměnných, které mohou expozici ovlivnit.
- **Vhodné provést pilotní studii.**

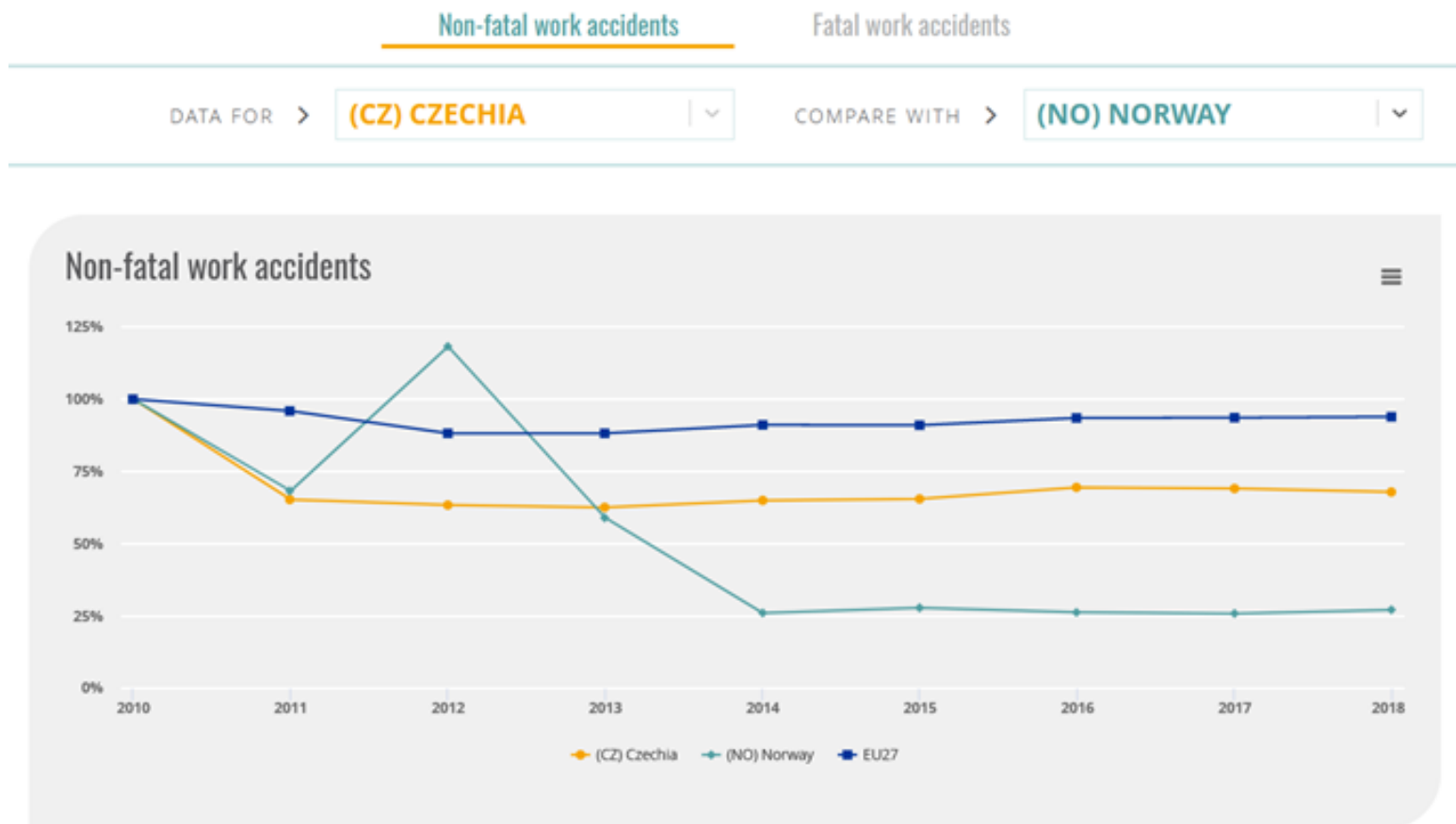
## **OSH barometer („Barometr BOZP“)**

- nástroj pro vizualizaci dat – nejdůležitější čísla v oblasti BOZP
- celoevropský veřejný informační systém
- provozuje EU OSHA
- cíl: poskytnout online aktuální informace o stavu BOZP v EU
- údaje získávány od národních a evropských poskytovatelů dat



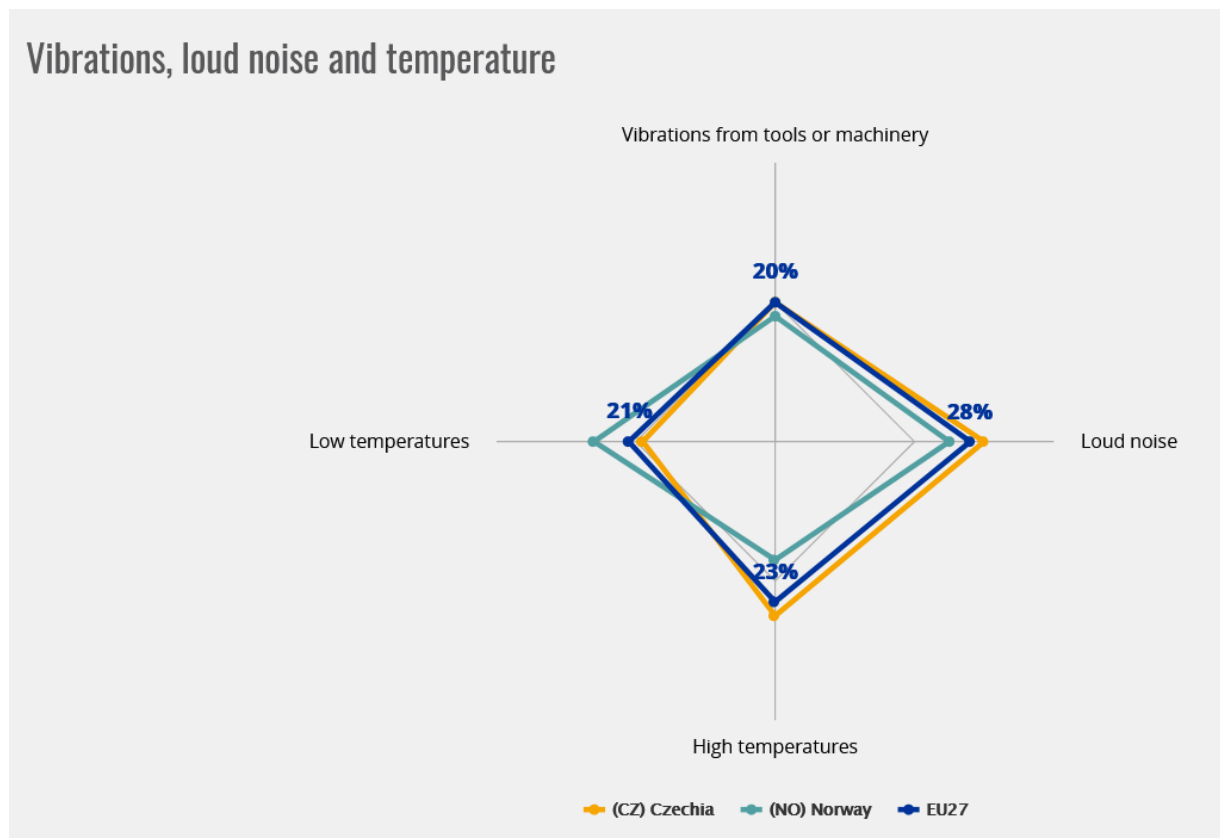
# OSH barometer („Barometr BOZP“)

Př. Porovnání ČR, Norska a průměru EU



# OSH barometer („Barometr BOZP“)

Př. Porovnání ČR, Norska a průměru EU



## Použitá literatura

- [1] Kromhout, H. Statistical aspects of occupational exposures, NIVA Course, 2022.
- [2] Fell, A. K. M. Study designs and planning, University of Oslo, NIVA Course, 2022.
- [3] Skvare, Ø. Basic theory of mixed models, A brief introduction, NIVA Course, 2022.
- [4] Lieck, L. OSH Barometer, NIVA Course, 2022.
- [5] Kirkwood, B. R. and J. A. C. Sterne. Medical statistics, UK: Blackwell Science Ltd, 2003. ISBN 978-0-86542-871-3.
- [6] Van Leeuwen, C. J. and T. G. Vermeire. Risk Assessment of Chemicals: An Introduction. Netherlands: Springer, 2007. ISBN 978-90-481-7536-9.

## *K zamyšlení – neměla by se ČR zapojit?*

### **IOHA – International Occupational Hygiene Association**

- založena 1987,
- sdružuje 35 členských organizací (více než 20 000 hygieniků zabývajících se hygienou práce)
- **cíl: zlepšit, podporovat a rozvíjet hygienu práce na celém Světě, podporovat výměnu informací** mezi organizacemi a jednotlivci, zlepšovat a udržovat **bezpečné a zdravé prac. prostředí**
- **pořádá: konference, semináře, webináře...**



Na obr. členské země IOHA (Zdroj: IOHA)

- další informace viz: <http://www.ioha.net/>



**Děkuji za pozornost!**