

Plánování Průmyslových Experimentů

Část 1. Experiment

- **Experiment** je test nebo série měření či pozorování (pokusů), provedená za účelem získání informací o produktu nebo procesu.
- **Cíle experimentu**: zvýšení kvality produktu nebo procesu, případně zvýšení jejich efektivity.
- **Návrh experimentu**: popis procesu, formulace hypotéz, zajištění rovných podmínek při provádění pokusů, stanovení postupů při provádění pokusů.
- **Vyhodnocení experimentu**: stanovení charakteristik procesu a jeho optimalizace, vyhodnocení vlastností materiálů zpravidla metodami matematické statistiky

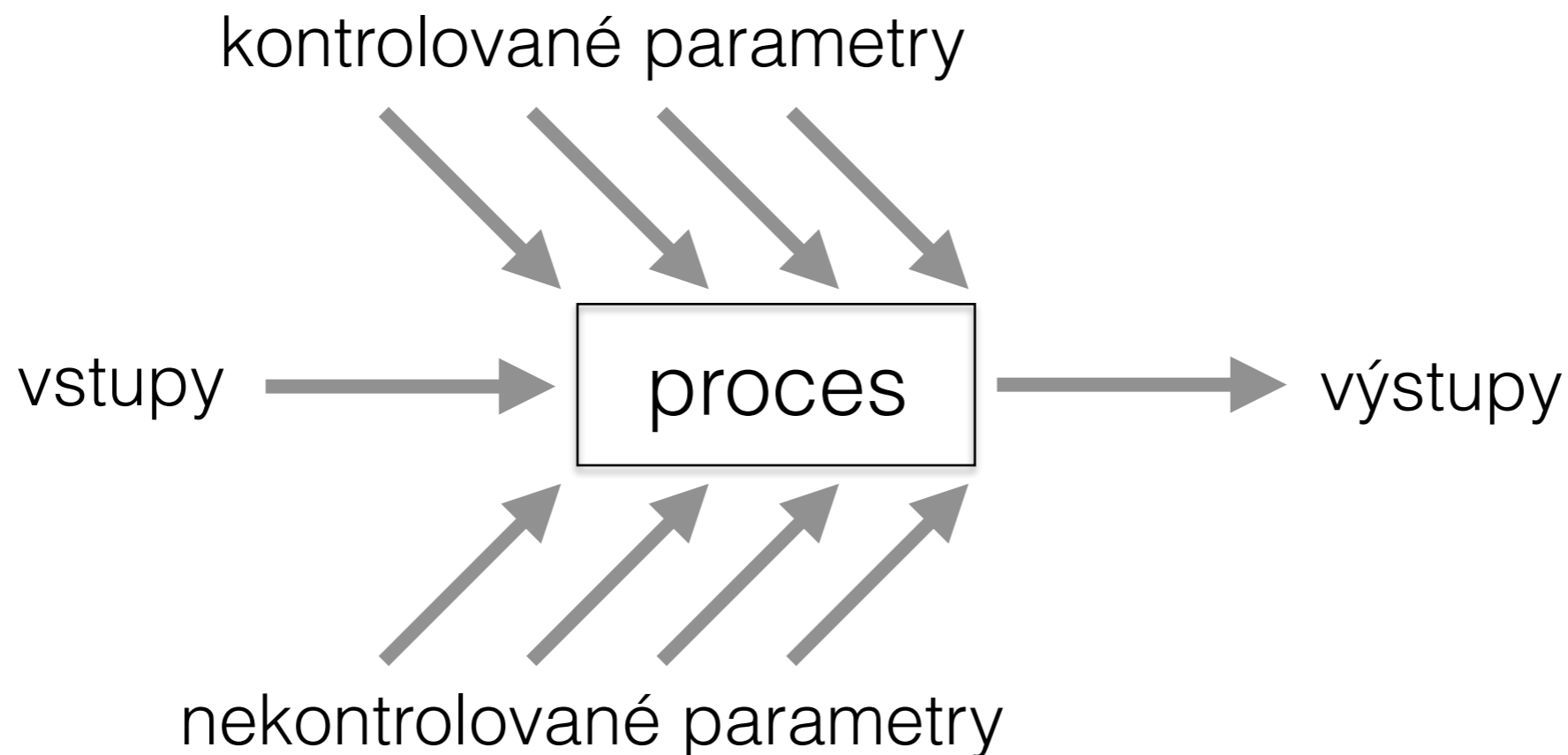


1.1. Co je to experiment?

- **Experiment** je test nebo série měření či pozorování (pokusů), provedená za účelem získání informací o produktu nebo procesu.

Klíčové pojmy: Experiment, proces, odezva, faktory, náhodný a systematický vliv

Proces:

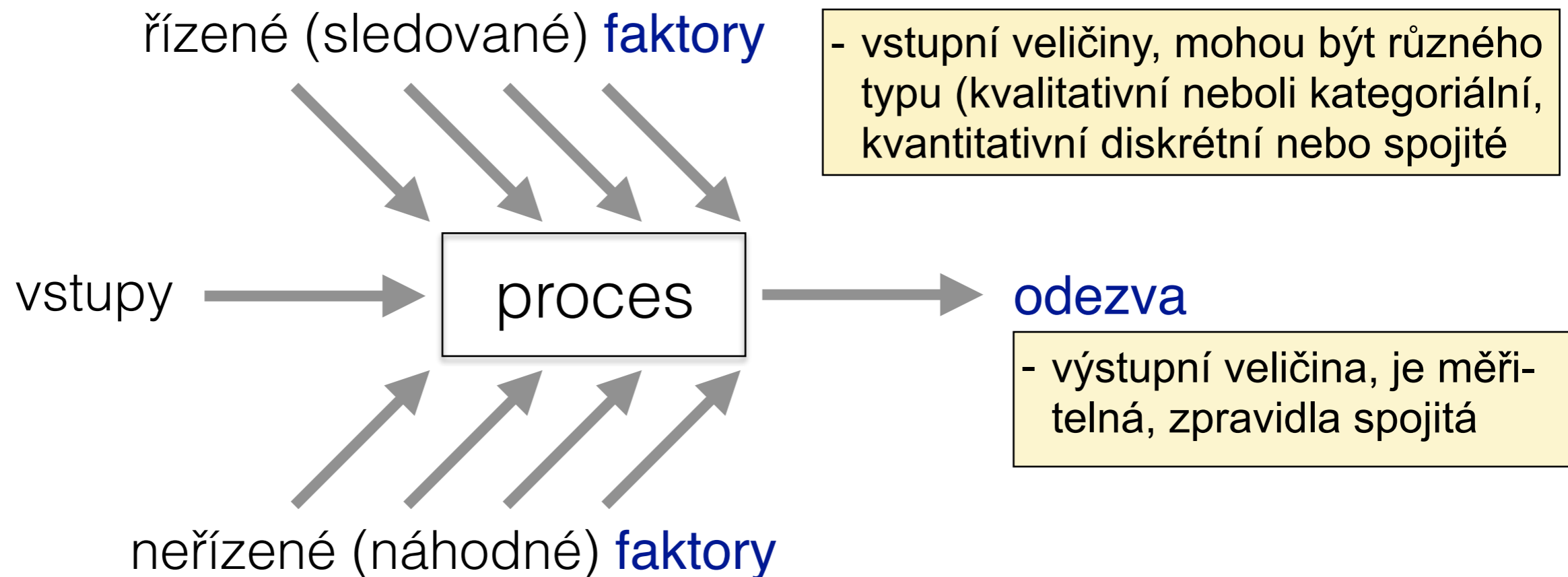


1.1. Co je to experiment?

- **Experiment** je test nebo série měření či pozorování (pokusů), provedená za účelem získání informací o produktu nebo procesu.

Klíčové pojmy: Experiment, proces, odezva, faktory, náhodný a systematický vliv

Proces:



1.1. Co je to experiment?

- **Experiment** je test nebo série měření či pozorování (pokusů), provedená za účelem získání informací o produktu nebo procesu.
- **Odezva**
 - výstupní veličina
 - měřitelná, zpravidla spojitá
- **Faktory**
 - vstupní veličiny
 - kvalitativní (kategoriální), kvantitativní (diskrétní, spojité)
 - hlavní, vedlejší, blokové
- **Náhodný vliv**
 - neznáme jeho příčiny, nelze jej odstranit
 - způsobuje variabilitu, kterou lze měřit (experimentální chyba)
 - lze jej předvídat, snaha je co nejvíce jej snížit
- **Systematický vliv**
 - je způsoben známými vlivy (vymežitelnými příčinami)
 - projevuje se například trendem, periodicitou, posunutím
 - snažíme se jej popsat a kvantifikovat jej
- **Interakce**
 - současné působení několika (alespoň dvou) faktorů



1.1. Co je to experiment?

Příklad 1: Studie nahrazení šicího stroje se spojkovým motorem strojem s plnou automatizací

Srovnání strojů využívajících spojkové motory a servomotory z hlediska produktivity, spotřeby nití a spotřeby el. energie

- Odezva: produktivita dílny, spotřeba nití, spotřeba elektrické energie
- Faktory: typ stroje (2 úrovně: se servomotorem, s asynchronním motorem)

Příklad 2: Hmotová nestejnomyšnost vícenásobně skaných přízí

Ověření zákona o družení, zjištění vlivu družení, jemnosti a zákrutu na hmotovou nestejnomyšnost.

- Odezva: hmotová nestejnomyšnost příze
- Faktory: počet jednoduchých přízí ve skané přízi (3 úrovně: 2,3,4), jemnost (3 úrovně: 2x20 tex, 2x29,5 tex, 2x50 tex)



1.1. Co je to experiment?

Příklad 3: Studie o využití multimediální a počítačové techniky na SOŠ s textilní a oděvní problematikou.

Srovnání 20 středních škol na základě dotazníkového šetření.

K hodnocení byla použita 5ti stupňová škála (1-5).

- Odezva: stupeň využití techniky při výuce textilních a oděvních předmětů
- Faktory: počet studentů, účast na soutěžích, počet absolventů pokračujících na VŠ, počet studentů na 1 učitele, sponzoři, region, ...

Příklad 4: Vliv různých faktorů na prodej textilních výrobků pro děti do 3 let.

Vyhodnocení vlivu různých faktorů na objem prodeje na základě dotazníkového šetření.

- Odezva: objem prodeje daného typu výrobků
- Faktory: ekologický výrobek, zdravotní nezávadnost, móda, pohodlí dítěte, kvalita, značka, cena, charakteristika kupujícího (věk, pohlaví, vzdělání, ...), ...



1.1. Co je to experiment?

Příklad 5: Studie o vlastnostech speciálních kompozitních materiálů z geopolymerů s využitím odpadových čedičových vláken.

Zjištění závislosti pevnosti výsledných kompozitních materiálů na hmotnostních poměrech jejich složek.

- Odezva: pevnost v ohybu
- Faktor: poměr hmotnosti přidávaných krátkých čedičových vláken (30%, 50%, 60%)

Příklad 6: Vliv pracího prostředku na stálost vlastností textilie.

Sledování stálosti v otěru na koupených materiálech a po jednom vyprání stálost v praní a rozměrovou stálost.

- Odezva: stálost v otěru, stálost praní a rozměrová stálost
- Faktory: typ materiálu (100% bavlna, 100%PE), typ pracího prášku (Ariel, Dreft, Bonux, Perwol, Woolite), teplota praní (30,60,90)



1.2. Typy experimentů

Stanovení typu experimentu na základě předchozí analýzy a formulace problému.

- **Srovnávací experiment:** srovnáváme odezvu při dvou nebo více úrovních jednoho či více faktorů
- **Screeningový experiment:** analýza vlivu několika faktorů a hledání těch nejvlivnějších (vyřazení těch, co mají pouze slabý, tedy nevýznamný vliv)
- **Regresní experiment:** hledání typu závislosti mezi odezvou a jedním nebo více faktory (odhady parametrů regresní funkce)
- **Optimalizační experiment:** hledáme optimální nastavení úrovní faktorů vzhledem k nějaké ztrátové funkci.

Norma ČSN ISO 3534/3 Navrhování experimentů (1993):

- **Jednofaktorové experimenty**
- **Úplné vícefaktoriální experimenty** (znáhodnění, uspořádání do bloků)
- **Dílčí faktoriální návrh** (počáteční vyhledávání vlivných faktorů)
- **Hierarchický návrh** (vyhledání největších zdrojů variability)
- **Optimální návrhy** (optimální odezvové plochy)
- **Taguchiho ortogonální návrhy** (robustní návrhy)

1.3. Návrh experimentu

- **Návrh experimentu:** popis procesu, formulace hypotéz, zajištění rovných podmínek při provádění pokusů, stanovení postupů při provádění pokusů.

Klíčové pojmy: **Plán experimentu, ošetření, matice experimentu, replikace, znáhodnění, blokování**

- zkracuje dobu pro návrh a vývoj nových produktů
- zlepšuje fungování stávajících procesů
- zvyšuje spolehlivost a zlepšuje kvalitu výrobků
- zvyšuje robustnost výrobků a procesů
- umožňuje vyhodnocení různých variant, výběr komponent, nastavení parametrů a systémových tolerancí

(Všechny experimenty jsou navrženy experimenty, některé dobře, jiné špatně)

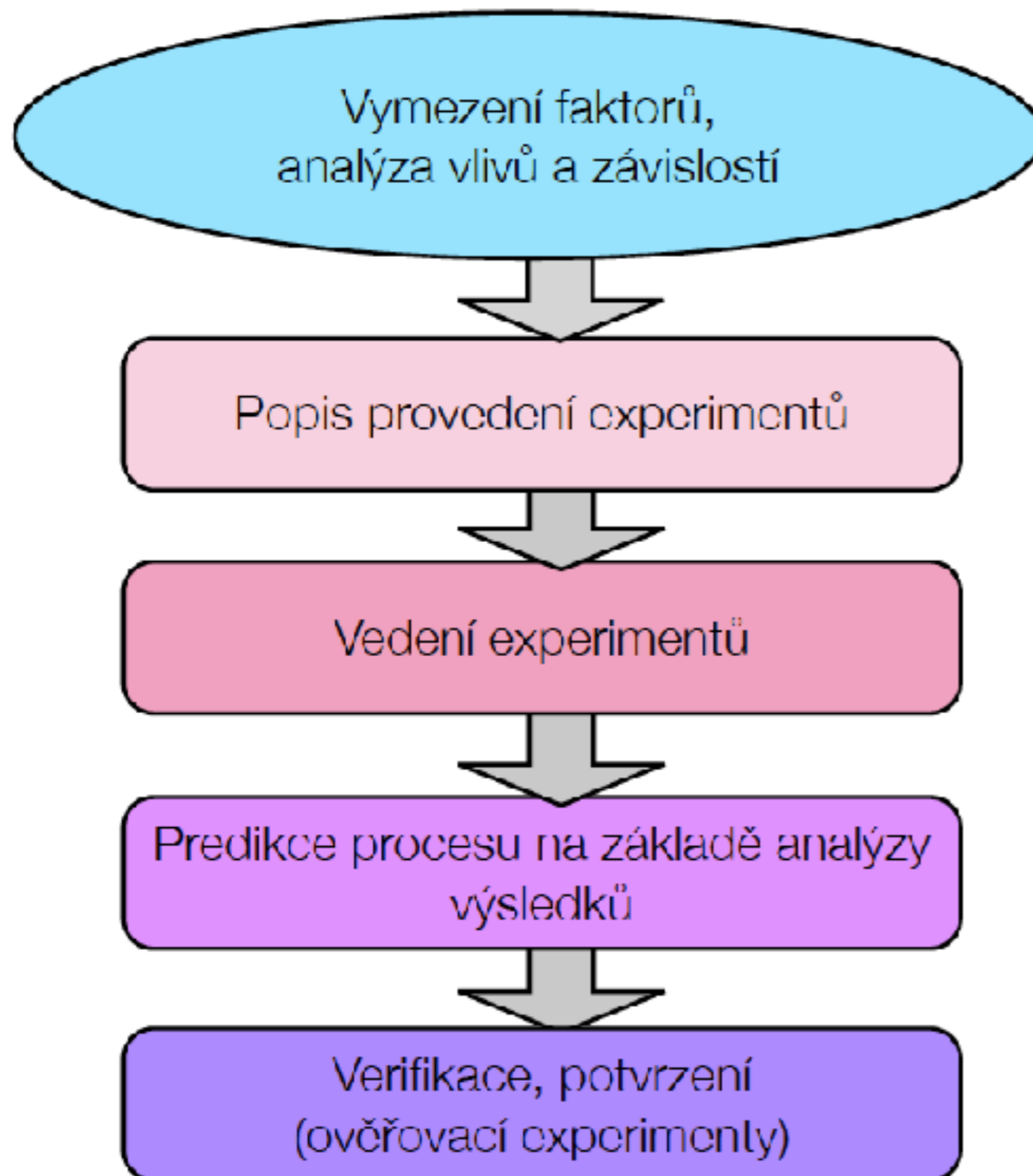


1.3. Návrh experimentu

- Uspořádání experimentu:
- **Replikace**
 - opakování zkoušek za (přibližně) stejných podmínek (úrovní faktorů)
 - umožňuje měřit náhodnou variabilitu a oddělit ji od variability celkové
- **Znáhodnění**
 - stanovení pořadí zkoušek podle náhodného "zamíchání"
 - do jisté míry může eliminovat vedlejší vlivy
 - zajišťuje vyšší míru "nezávislosti" jednotlivých pokusů
- **Blokování**
 - uspořádání do bloků slouží ke snižování náhodné variability (variability náhodné složky)
 - v rámci bloku probíhají zkoušky za přibližně stejných experimentálních podmínek (ale při různých kombinacích úrovní faktorů)
 - často představuje jednu repliku experimentu



1.3. Návrh experimentu



Systematický přístup - plánování experimentu:

- týmová práce a společné rozhodování
- vyžaduje být aktivní a objektivně plánovat experimenty
- zahrnuje předvídání a ověřování očekávaných výsledků před provedením experimentu
- důraz na optimalitu

