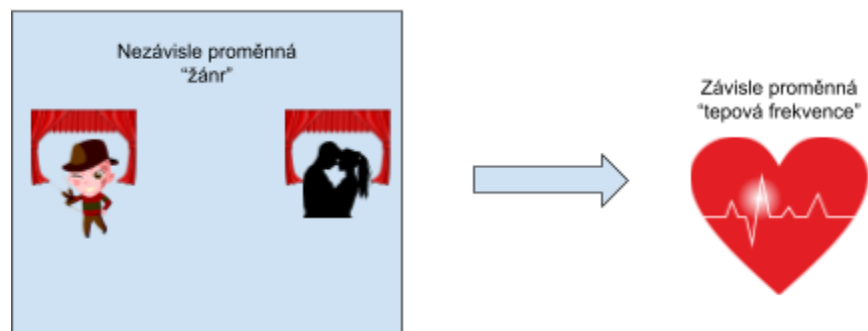


Vliv filmového žánru na emoční odezvu a konzumaci popcornu¹

T-test, ANOVA a MANOVA

Představme si hypotetický výzkum, ve kterém chce filmová společnost zjistit jak sledování konkrétního filmového žánru ovlivňuje emoční odezvu diváka. Pro náš výzkum jsme sehnali 60 účastníků, které rozdělíme náhodně do dvou skupin. Účastníkům první skupiny pustíme film z kategorie horor, účastníci ve

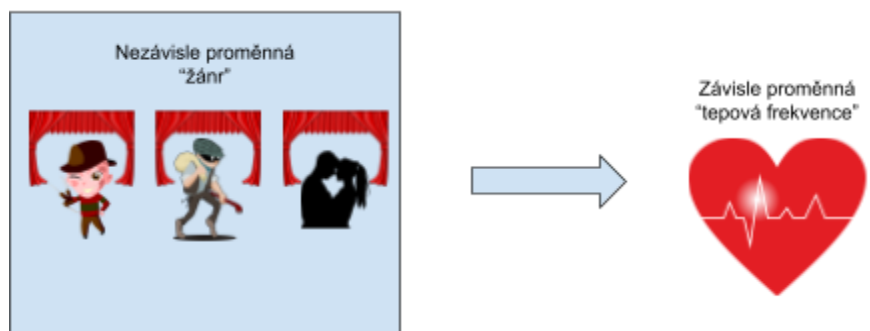
druhé skupině budou sledovat romantický film (žánr je tedy nezávisle proměnnou). Po celou dobu sledování filmu měříme účastníkům nepřetržitě tepovou frekvenci (závisle proměnná), kterou pro každého účastníka zprůměrujeme.² Máme tedy



30 hodnot tepové frekvence pro každou kategorii filmu. Nyní bychom chtěli zjistit, zda existuje statisticky významný rozdíl mezi průměrnou tepovou frekvencí skupin na základě kategorie sledovaného filmu. Pro porovnání průměrů **2 skupin** horor a romantika bychom mohli použít **nepárový t-test** s jehož pomocí zjistíme, zda mezi oběma skupinami existuje statisticky významný rozdíl průměrných hodnot tepových frekvencí.

Do našeho výzkumu nicméně vstoupil vysoce postavený manažer, který moudře namítá, že naše společnost netočí pouze horory a romantické komedie, ale také úspěšné kriminální filmy, a požaduje, abychom nějaký film tohoto žánru zařadili do experimentu.

Rozdělíme tedy našich 60 účastníků náhodně na 3 skupiny a experiment opakujeme. V tomto okamžiku tedy máme opět pouze jednu nezávisle proměnnou žánr, která



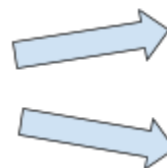
¹ Data a další informace o této zprávě jsou dostupné na adrese <https://dostal.vyzkum-psychologie.cz/stat4?i=20>

² Metodologicky zdatného čtenáře prosíme o shovívavost v hodnocení uvedeného designu našeho fiktivního výzkumu. Jsme si vědomi jeho nedostatků a hlavním účelem popsaného je pobavit a přiblížit použití statistických metod.

yní nabývá tři úrovně - *horor, romantika a krimi*. Inteligentní nestatistik by v tomto okamžiku mohl navrhnout, abychom existenci rozdílů mezi jednotlivými skupinami zjistili pomocí série t-testů, ve kterých bychom porovnávali kombinace jednotlivých skupin tj. *horor-romantika, horor-krimi a romantika-krimi*. Přítomný statistik ovšem namítá, že tím bychom se vystavili nepřijatelnému riziku chyby prvního druhu a navrhuje použití **ANOVA** (ang. analysis of variance), která výše uvedeným neduhem netrpí a umožňuje elegantně porovnat průměry hodnot tepové frekvence pro **3 a více skupin**.

V tomto okamžiku se ovšem ke slovu přihlásil majitel kina, ve kterém náš výzkum probíhá, a požaduje, zda bychom nemohli zároveň zjistit, jestli má žánr sledovaného filmu vliv kromě tepové frekvence také na konzumaci popcornu, jehož prodej jej prakticky živí. Souhlasíme a upravíme design našeho

experimentu tak, že při zachování 3 úrovní NP žánr (*horor, romantika a krimi*) měříme současně 2 ZP - tepovou frekvenci diváka a hmotnost snědeného popcornu. Náš přítomný statistik si ví rady i v tomto případě. Je mu známo, že tady by s



ANOVA nepochodil a pohotově navrhuje použít metodu **MANOVA** (ang. Multivariate analysis of variance), která umožňuje vyhodnocení statisticky významného rozdílu mezi skupinami v případech, kdy měříme **2 a více závisle proměnných**.



Je nutné podotknout, že ANOVA ani MANOVA nevypovídají nic o velikosti rozdílů mezi jednotlivými skupinami. Odpovídají pouze na otázku, zda mezi skupinami existuje či neexistuje statisticky významný rozdíl.

MANOVA prakticky



Použití ANOVA a MANOVA je podmíněno některými předpoklady. Mezi nejdůležitější patří nezávislost skupin měření, multivariátní normalita rozdělení, linearita vztahů NP a ZP, homogenita variačních a kovariačních matic a absence odlehklých měření. V našem příkladu nemusí být všechny podmínky splněny a ověřování jednotlivých předpokladů nedemonstrujeme.

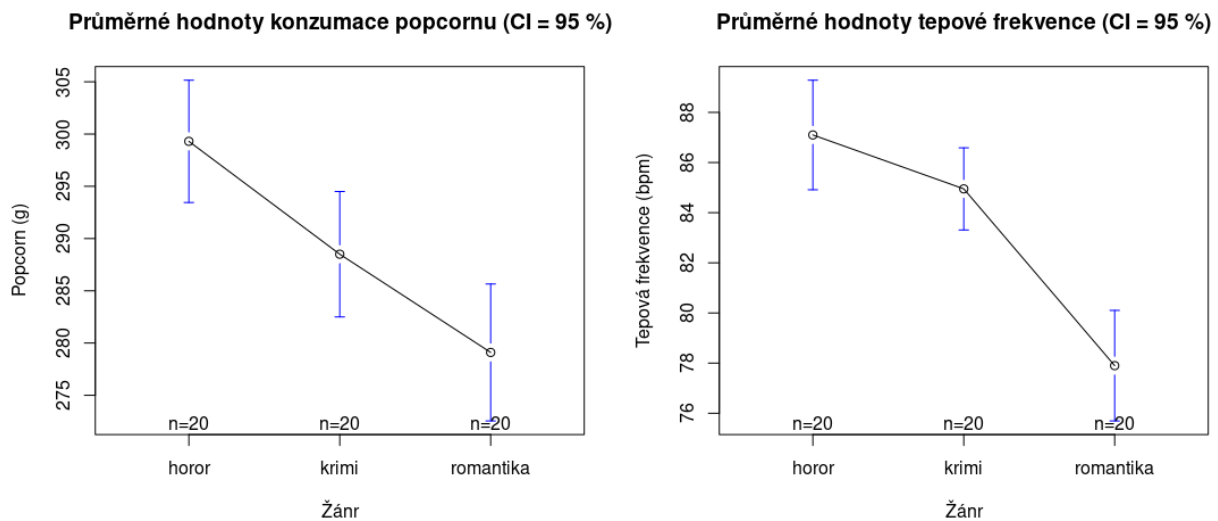
Data

Datovou tabulku jsme vygenerovali ad hoc v programu R. Obsahuje 60 měření rozdělených do 3 skupin pro jednotlivé žánry. Nezávislými proměnnými jsou *tep* (bpm - počet tepů za minutu) a *popcorn* v gramech. Vzorek dat naší tabulky vypadá takto:

žanr	tep	popcorn
horor	90	299
horor	93	310
horor	91	299
.....		
krimi	82	288
krimi	83	277
krimi	82	278
.....		
romantika	73	288
romantika	84	301
romantika	75	283

MANOVA

Ověřujeme, zda mezi průměry NP *tep* a *popcorn* existuje statisticky významný rozdíl. Nejprve vizualizujeme průměry obou NP napříč skupinami.



Vizuálně pozorujeme rozdíly v průměrech napříč skupinami, ovšem až na základě výsledku MANOVA (Pillai = 0.59, $F = 11.92$, $p < 0.001$) zamítáme nulovou hypotézu o rovnosti průměrů našich NP napříč jednotlivými skupinami a můžeme tvrdit, že **žánr filmu má statisticky významný vliv jak na tepovou frekvenci tak na konzumaci popcornu.**

Post-hoc testy

V tomto okamžiku bychom mohli náš experiment uzavřít výše uvedeným tvrzením. Nicméně naši zadavatelé by rádi věděli, jak si jednotlivé žánry stojí, tedy jaký je jejich vliv na jednotlivé NP. Jako první postup zvolíme aplikaci dvou samostatných ANOVA pro jednotlivé ZP:

NP	F statistika	p hodnota
Tepová frekvence (bpm)	24.7	<0.001
Konzumace popcornu (g)	11.9	<0.001

Statisticky významný rozdíl v průměrných hodnotách tedy nalézáme u obou NP. Stále ovšem nevíme nic o tom, jak vypadají rozdíly mezi jednotlivými skupinami resp. mezi žánry. Na tuto otázku nám odpoví **Tukeyho HSD** post-hoc test:

Tep (bpm)

	diff	lwr	upr	p adj
krimi-horor	-2.15	-5.444815	1.144815	0.2667175
romantika-horor	-9.20	-12.494815	-5.905185	0.0000000
romantika-krimi	-7.05	-10.344815	-3.755185	0.0000100

Popcorn (g)

	diff	lwr	upr	p adj
krimi-horor	-10.8	-20.78876	-0.8112413	0.0311917
romantika-horor	-20.2	-30.18876	-10.2112413	0.0000276
romantika-krimi	-9.4	-19.38876	0.5887587	0.0691717

Výsledky můžeme interpretovat tak, že tepová frekvence se statisticky významně liší mezi žánry romantika-horor a romantika-krimi. Konzumace popcornu se významně liší mezi žánry krimi-horor a romantika-horor. Naše zjištění můžeme prezentovat formou grafů:

