

Master Thesis



F3

Faculty of Electrical Engineering
Department of Computer Graphics and Interaction

SIMR

**Simulating the phenomena of altered
states of consciousness using virtual
reality**

Jakub Hlusička

2021–2022

Supervisor: Ing. Josef Kortan

Diplomová práce



F3

Fakulta elektrotechnická
Katedra počítačové grafiky a interakce

SIMR

**Simulace fenoménů pozměněných stavů
vědomí pomocí virtuální reality**

Jakub Hlusička

2021–2022

Školitel: Ing. Josef Kortan

Abstract

TODO

Acknowledgements

TODO thank sci-hub

—Jakub Hlusička

*“Not everything that is faced can be changed, but nothing can be
changed until it is faced.”*

—James Baldwin, *As Much Truth as One Can Bear* (1962)

Contents

1	Implementation	1
1.1	Design of the Application	2
1.1.1	Safety	2
1.1.2	Virtual Scene Creation	2
1.1.3	Experiment Automation	2
1.2	Implementation of Replications	2
1.2.1	Spatial Effects	2
1.2.1.1	Depth Perception Distortion	2
1.2.1.2	Waviness or "Breathing" of Objects	2
1.2.2	Non-Spatial Effects	2
1.2.2.1	Visual Acuity Enhancement	2
1.2.2.2	Hue Shifting	2
1.2.2.3	Tracers	2
1.3	Complex Replication	2
1.3.1	Execution Order	2
1.3.2	Biosensor Influence on Replication Parameters	2
2	Evaluation	3
2.1	Methods	4
2.2	Results	5
3	Conclusion	7
3.1	Discussion	8
3.2	Notable Issues Encountered During Development	8
3.3	Limitations	8
3.4	Future Work	8
	Bibliography	11
A	Questionnaire	12
B	Informed Consent Form	15
C	Remarks on the Statistical Analysis Method	17

1 | Implementation

Contents

1.1	Design of the Application	2
1.1.1	Safety	2
1.1.2	Virtual Scene Creation	2
1.1.3	Experiment Automation	2
1.2	Implementation of Replications	2
1.2.1	Spatial Effects	2
1.2.1.1	Depth Perception Distortion	2
1.2.1.2	Waviness or "Breathing" of Objects	2
1.2.2	Non-Spatial Effects	2
1.2.2.1	Visual Acuity Enhancement	2
1.2.2.2	Hue Shifting	2
1.2.2.3	Tracers	2
1.3	Complex Replication	2
1.3.1	Execution Order	2
1.3.2	Biosensor Influence on Replication Parameters	2

1.1 Design of the Application

1.1.1 Safety

1.1.2 Virtual Scene Creation

1.1.3 Experiment Automation

1.2 Implementation of Replications

1.2.1 Spatial Effects

1.2.1.1 Depth Perception Distortion

(Fischer et al. 1970)

1.2.1.2 Waviness or "Breathing" of Objects

1.2.2 Non-Spatial Effects

1.2.2.1 Visual Acuity Enhancement

1.2.2.2 Hue Shifting

1.2.2.3 Tracers

1.3 Complex Replication

1.3.1 Execution Order

1.3.2 Biosensor Influence on Replication Parameters

2 | Evaluation

Contents

2.1	Methods	4
2.2	Results	5

2.1 Methods

A controlled within-subject study including N=10 participants, was conducted to investigate whether the implemented complex replication has any effect on the scores of the 5-Dimensional Altered States of Consciousness Questionnaire (5D-ASC) and the 11-Factor Altered States of Consciousness Questionnaire (11-ASC) questionnaires.

The following demographic statistics are known about the population:

- Age: mean of 30 years, standard deviation of 10.1 years.
- Gender: 5 male, 4 female, 1 non-binary.

The requirements for participation in the study, inspired by Bartossek, Kemmerer, and Schmidt (2021), were as follows:

- No alcohol use in the past 12 hours prior to the session.
- No THC use in the past week prior to the session and no more than twice a week in the last year.
- No use of psychedelic substances in the last two weeks prior to the session.
- Not pregnant.
- 18 years or older.

The participants were required to reserve two sessions, each on a different day, for the active and control scenarios, the order of which was chosen at random. 5 out of 10 participants underwent the control scenario on their first session.

The first session consisted of:

1. An explanation of the study and the procedure of the session.
2. Signing of the informed consent form (see appendix B).
3. Testing of the developed VR application for 10 minutes, with either the control or the test scenario.
4. Filling out of the psychometric questionnaire.

The second session consisted of:

1. Testing of the developed VR application for 10 minutes, with the remaining scenario.
2. Filling out of the psychometric questionnaire.

2.2 Results

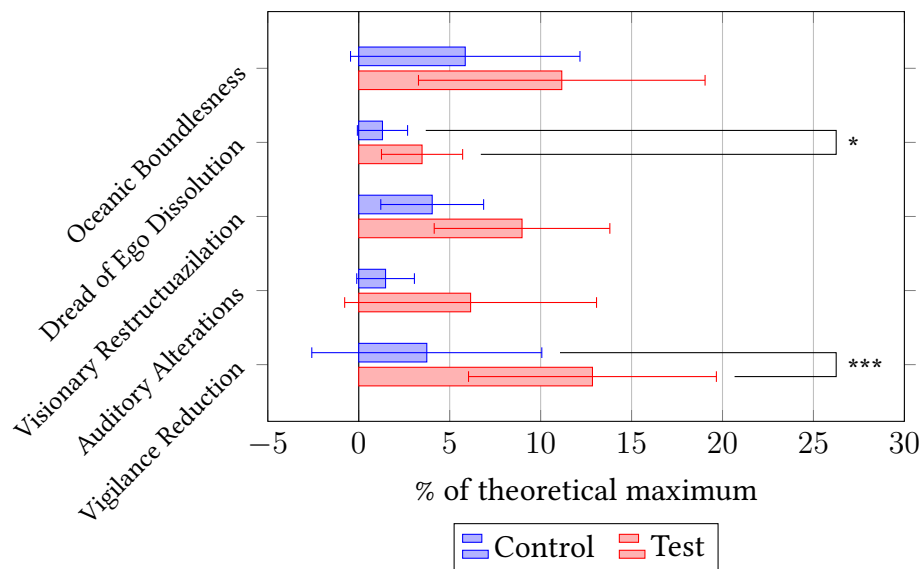


Figure 2.1: Resulting scores according to the 5D-ASC scoring for control and test scenarios. Error bars show the 95% confidence interval of the true mean, assuming normal distribution. Statistical significance indicated with * ($p < 0.05$) and *** ($p < 0.001$).

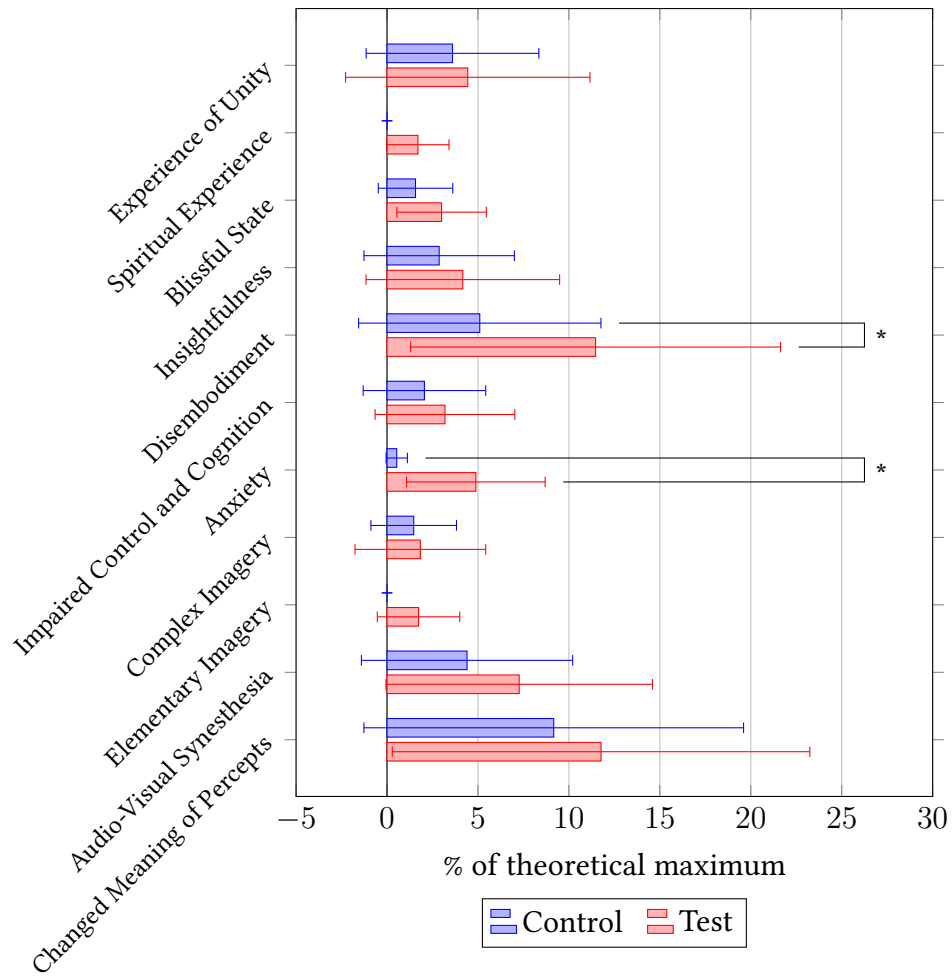


Figure 2.2: Resulting scores according to the 11-ASC scoring for control and test scenarios. Error bars show the 95% confidence interval of the true mean, assuming normal distribution. Statistical significance indicated with * ($p < 0.05$).

3

|

Conclusion

Contents

3.1	Discussion	8
3.2	Notable Issues Encountered During Development	8
3.3	Limitations	8
3.4	Future Work	8

3.1 Discussion

3.2 Notable Issues Encountered During Development

3.3 Limitations

Low sample size, Experimental conditions (auditory noise)

3.4 Future Work

Larger sample size, Other aspects

List of Acronyms

11-ASC 11-Factor Altered States of Consciousness Questionnaire: A version of the *Altered States of Consciousness Rating Scale* psychometric questionnaire, which is based on the hypothesis that altered states of consciousness (**ASCs**) have a common core independent of the induction method which distinguishes them from the waking conscious state (Figueiredo et al. **2016**; Studerus, Gamma, and Vollenweider **2010**).

5D-ASC 5-Dimensional Altered States of Consciousness Questionnaire: Like the **11-ASC**, but with different scoring and categories (Dittrich, Lamparter, and Maurer **2010**).

5-HT 5-hydroxytryptamine, also known as serotonin

AI artificial intelligence

ASC altered state of consciousness: See section ?? for a complete definition and related terms.

DCNN deep convolutional neural networks

DMT *N,N*-dimethyltryptamine: A classical hallucinogenic drug first synthesized in 1931 (Manske **1931**), a psychoactive compound of Ayahuasca, the ceremonial spiritual medicine used by Amazonian natives for shamanic purposes and to bond socially in a casual setting (Mark Hay **2020**).

DSP digital signal processing

EEG electroencephalograph

FOV field of view

GPU graphics processing unit: A specialized extension module providing acceleration for computer graphics computations and other parallelizable tasks.

HMD head-mounted display

LSD lysergic acid diethylamide: A classical hallucinogenic drug first synthesized in 1938 from ergotamine, an alkaloid of the ergot rye fungus (Albert Hofmann **1969**).

MEQ30 30-item revised mystical experience questionnaire

MTE ‘mystical-type’ experience: Subjective experiences whose characteristics include a sense of connectedness, transcendence, and ineffability.

PCI Phenomenology of Consciousness Inventory: A psychometric questionnaire based on the hypothesis that different states of consciousness can be characterized in terms of phenomenological dimensions which can be quantified in terms of their intensity. The resulting pattern is assumed to be typical of a particular induction method and can be observed consistently (Figueiredo et al. 2016).

VR virtual reality

VAS visual analog scale

THC tetrahydrocannabinol: One of the psychoactive compounds in cannabis.

Bibliography

- Albert Hofmann. 1969. "LSD: Completely Personal." Accessed December 6, 2013. <https://web.archive.org/web/20131206032629/http://www.maps.org/news-letters/v06n3/06346hof.html>.
- Bartossek, Marie Therese, Johanna Kemmerer, and Timo Torsten Schmidt. 2021. "Altered states phenomena induced by visual flicker light stimulation." *Plos one* 16 (7): e0253779.
- Dittrich, Adolf, Daniel Lamparter, and Maja Maurer. 2010. "5D-ASC: Questionnaire for the assessment of altered states of consciousness." *A short introduction. Zurich, Switzerland: PSIN PLUS*.
- Figueiredo, Renato Garita, Hendrik Berkemeyer, Katharina Dworatzky, and Timo T Schmidt. 2016. "Building a unifying database to enable flexible meta-analyses of data on altered states of consciousness."
- Fischer, Roland, Richard Hill, Karen Thatcher, and James Scheib. 1970. "Psilocybin-induced contraction of nearby visual space." *Agents and actions* 1 (4): 190–197.
- Madary, Michael, and Thomas K Metzinger. 2016. "Real virtuality: a code of ethical conduct. Recommendations for good scientific practice and the consumers of VR-technology." *Frontiers in Robotics and AI* 3:3.
- Manske, Richard HF. 1931. "A synthesis of the methyltryptamines and some derivatives." *Canadian Journal of Research* 5 (5): 592–600.
- Mark Hay. 2020. "The Colonization of the Ayahuasca Experience." Accessed February 7, 2022. <https://web.archive.org/web/20220207102112/https://daily.jstor.org/the-colonization-of-the-ayahuasca-experience/>.
- Studerus, Erich, Alex Gamma, and Franz X Vollenweider. 2010. "Psychometric evaluation of the altered states of consciousness rating scale (OAV)." *PloS one* 5 (8): e12412.

A | Questionnaire

Czech translation

The translated questionnaire consisted of the following 94 questions, with responses in the form of horizontal visual analogue scales, with the left side of the scale labeled as “Ne, ne více než obvykle” (“No, not more than usually”) and the right side as “Ano, více než obvykle” (“Yes, much more than usually”).

Question

1. Cítil/a jsem, že jsem byl/a v nádherném jiném světě.
2. Moje myšlení a jednání bylo zpomalené.
3. Moje tělesné pocity byly velice příjemné.
4. Slyšel/a jsem jednotlivá slova, aniž bych věděl/a odkud přicházejí.
5. Slyšel/a jsem zvonění a tóny, aniž bych věděl/a odkud přicházejí.
6. Cítil/a jsem, jako by mne ovládly temné síly.
7. Viděl/a jsem věci, o kterých jsem věděl/a, že nejsou skutečné.
8. Cítil/a jsem se jako loutka nebo panenka.
9. Cítil/a jsem se být propojen/á s vyšší mocí.
10. Cítil/a jsem se ospalý/á.
11. V mysli mi vytanula melodie, kterou jsem si musel/a neustále opakovat dokola.
12. Zažil/a jsem pocit bezbřehé radosti.
13. Bezvýznamné zvuky zněly jako opravdová slova nebo věty.
14. V absolutní tmě nebo se zavřenýma očima jsem viděl/a pravidelné obrazce.
15. Cítil/a jsem se opilý/á.
16. Cítil/a jsem, že jsem byl/a jako zázrakem navždy změněn/a.
17. Cítil/a jsem se na pokraji bezvědomí.
18. Zdálo se mi, že se vše sjednocuje v jedno.
19. Slyšel/a jsem svoje myšlenky, jako kdybych je říkal/a nahlas.
20. Zdálo se, že zvuky ovlivňují to, co vidím.
21. Cítil/a jsem se ztrápený/á.
22. Se zavřenýma očima nebo v absolutní tmě jsem viděl/a barvy.
23. Zdálo se, že tvary se mění podle zvuků.
24. Vnímál/a jsem vše rozmazaně, jakoby skrze nějakou mlhu.
25. Nějaký hlas komentoval vše, na co jsem pomyslel/a, přestože kolem nikdo nebyl.
26. Měl/a jsem pocit, jako bych už neměl/a tělo.
27. Cítil/a jsem se neschopný/á udělat sebemenší rozhodnutí.
28. Některé každodenní záležitosti získaly zvláštní význam.
29. Cítil/a jsem se mátožný.
30. Slyšel/a jsem celé věty, aniž bych věděla, odkud přicházejí.
31. Věci kolem pro mě dostaly nový zvláštní význam.
32. Báł/a jsem se, že stav, ve kterém jsem se nacházel/a, bude trvat navždy.
33. V absolutní tmě nebo se zavřenýma očima jsem viděl/a světla nebo záblesky.
34. Cítil/a jsem se sjednocen/a se svým okolím.
35. Starosti a úzkosti každodenního života se zdály nepodstatné.
36. Moje vnímání času a prostoru bylo změněné, jako kdybych snil/a.
37. Moje vnímání bylo rozmazané.

38. Měl/a jsem problém odlišit podstatné věci od nepodstatných.
39. Se zavřenýma očima nebo v absolutní tmě se mi promítaly různé scény.
40. Cítil/a jsem, že mám mimořádné schopnosti.
41. Zažil/a jsem dotek věčnosti.
42. Zdálo se, že konflikty a rozpory se rozplynuly.
43. Byl/a jsem vyděšený/á, aniž bych přesně věděl/a proč.
44. Všechno jsem prožíval/a děsivě zkreslené.
45. Svět se zdál mimo dobro a zlo.
46. Svě okolí jsem zažíval/a jako divné a zvláštní.
47. Cítil/a jsem se jako bych byl/a paralizovaný/á.
48. Slyšel/a jsem hudbu, aniž bych věděl/a, odkud přichází.
49. Slyšel/a jsem něco tak slabě, že jsem to nemohl/a identifikovat.
50. Cítil/a jsem vše velmi intenzivně.
51. Cítil/a jsem se otupělý/á.
52. Prožíval jsem minulost, současnost a budoucnost jako jedno.
53. Zažil/a jsem nesnesitelnou prázdnotu.
54. Okolní předměty mě emočně upoutávaly více než obvykle.
55. Z původně nejasného šumu, jež jsem měl/a problém identifikovat, se postupně vyvinuly jasné tóny a zvonění.
56. Cítil/a jsem se ohrožen/a.
57. Spousta věcí mi připadala neskonale krásná.
58. Na mysl mi přišly věci, o kterých jsem si myslel/a, že jsou již dlouho zapomenuté.
59. Cítil/a jsem se, jako se obvykle cítím těsně před usnutím.
60. Moje tělo se cítilo strnulé, bez života a/nebo jako cizí.
61. Cítil/a jsem se jako v polospánku.
62. Měl/a jsem pocit, že jsem mimo své tělo.
63. Připadalo mi, jako bych se vznášel/a.
64. Cítil/a jsem se izolovaný/á od všeho a od všech.
65. Slyšel/a jsem hlasy, které nepřicházely z okolí jako obvykle.
66. Slyšel/a jsem něco jako hučení, bzučení nebo šumění, aniž bych dokázal/a rozpoznat jejich příčinu.
67. Nebyl/a jsem schopen/á dokončit myšlenku, moje myšlení bylo opakovaně nesouvislé.
68. Cítil/a jsem, že každou chvíli usnu.
69. Najednou jsem pochopil/a souvislosti, které mě předtím mátlly.
70. Mnoho věcí mi připadalo neuvěřitelně legračních.
71. Zdálo se, že hranice mezi mnou a mým okolím se stírá.
72. Mohl/a jsem neobyčejně jasně vidět obrazy ze svých vzpomínek a představ.
73. Cítil/a jsem se naprosto volný/á a zproštěný/á veškerých povinností.
74. Slyšel/a jsem neurčité zvuky, aniž bych věděl/a, odkud přicházejí.
75. Zdálo se, že barvy věcí se mění podle zvuků a hluku.
76. Zvuky a hluk byly slabší než obvykle.
77. Měl/a jsem velice originální myšlenky.
78. Měl/a jsem pocit, že už vůbec nemám vlastní vůli.
79. Báł/a jsem se, že nad sebou ztrácím kontrolu.
80. Po delší časový úsek jsem zůstal/a ustrnulý/á ve velice nepřírozené pozici.
81. Zažil/a jsem něco jako silný úžas.
82. Moje představivost byla extrémně živá.
83. Věci v mém okolí se mi zdály menší nebo větší.
84. Cítil/a jsem se vyčerpaný/á.
85. Čas ubíhal trýznivě pomalu.
86. Prožil/a jsem hluboký vnitřní klid.
87. Všechno kolem mě se zdálo být živoucí.
88. Všechno utíkalo tak rychle, že jsem to nestačil/a sledovat.
89. Měl/a jsem pocit, že se stane něco hrozného.
90. Byl/a jsem schopný/á si vybavit určité události s extrémní jasností.
91. Zažil/a jsem všeobjímající lásku.
92. V místnosti jsem zaznamenal/a zvuky, u kterých nepovažuji za pravděpodobné, že by byly skutečné.
93. Slyšel/a jsem tikání, klepání, zvonění nebo rachocení, aniž bych byl/a schopný/á rozpoznat jejich příčinu.
94. Můj prožitek měl i náboženský rozměr.

Question per Factor Influence

The following factors of the questionnaire scorings are influenced by the questions indicated by the indices on the right of each factor.

5-Dimensional Altered States of Consciousness Questionnaire (5D-ASC)

Factor	Question Indices
1. Experience of Unity	18, 34, 41, 42, 52
2. Spiritual Experience	9, 81, 94
3. Blissful State	12, 86, 91
4. Insightfulness	50, 69, 77
5. Disembodiment	26, 62, 63
6. Impaired Control and Cognition	8, 27, 38, 47, 64, 67, 78
7. Anxiety	32, 43, 44, 46, 56, 89
8. Complex Imagery	39, 79, 82
9. Elementary Imagery	14, 22, 33
10. Audio-Visual Synesthesia	20, 23, 75
11. Changed Meaning of Percepts	28, 31, 54

11-Factor Altered States of Consciousness Questionnaire (11-ASC)

Factor	Question Indices
1. Oceanic Boundlessness	1, 3, 9, 12, 16, 18, 26, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 45, 50, 52, 57, 62, 63, 69, 71, 73, 81, 86, 87, 91, 94
2. Dread of Ego Dissolution	6, 8, 21, 27, 32, 38, 43, 44, 46, 47, 53, 56, 60, 64, 67, 78, 79, 80, 85, 88, 89
3. Visionary Restructuazilation	7, 14, 20, 22, 23, 28, 31, 33, 39, 54, 58, 70, 72, 75, 77, 82, 83, 90
4. Auditory Alterations	4, 5, 11, 13, 19, 25, 30, 48, 49, 55, 65, 66, 74, 76, 92, 93
5. Vigilance Reduction	2, 10, 15, 17, 24, 29, 37, 51, 59, 61, 68, 84

B | Informed Consent Form

The following page contains the informed consent form in czech. Notably, as the rest of the study, it takes into account the *Recommendations for good scientific practice and the consumers of VR-technology* (Madary and Metzinger 2016).

Informovaný souhlas

Informace o studii (projektu):

Název studie: SimR, Simulace pozměněných stavů vědomí pomocí virtuální reality

Autor studie: Jakub Hlusička, student ČVUT

Cíle studie:

Cílem této studie je změřit vliv vyvinuté aplikace pro imerzivní virtuální realitu (dále jen VR aplikace) na lidské vědomí. VR aplikace byla vytvořena za účelem simulace či napodobení vybraných aspektů pozměněných stavů vědomí, a to konkrétně takových, které vznikají po užití psychedelických látek, jako je např. psilocybin (aktivní látka v lysohlávkách) nebo LSD.

Průběh testování:

Testování proběhne dvakrát, v různých dnech. Jednou se testuje aktivní scénář, kdy se uživateli spustí simulace pozměněného stavu vědomí; jednou kontrolní scénář, kdy se pozměněný stav vědomí nesimuluje.

Před testovací fází jsou během 5-10 minut předány instrukce k použití technologií virtuální reality a použití vyvinuté VR aplikace. Testovací fáze trvá 10 minut. Po testovací fázi je účastníkovi předán dotazník k vyplnění.

Informace o účastníkovi:

Jméno: _____

Datum narození: _____

Prohlášení:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Rozumím, že technologie imerzivní virtuální reality mohou trvale ovlivnit chování uživatele a že některá tato rizika technologií imerzivní virtuální reality mohou být v současné době neznámá.
3. Rozumím, že VR aplikace nemusí plně odpovídat pozměněným stavům vědomí vyvolaných pomocí psychedelických látek a že mě moje účast v této studii a studie samotná nepodněcuje k užití psychedelických látek.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl(a) jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.
6. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, okolnostech, průběhu a délce trvání.
7. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.

Datum:

Podpis účastníka:

C | **Remarks on the Statistical Analysis Method**

TODO