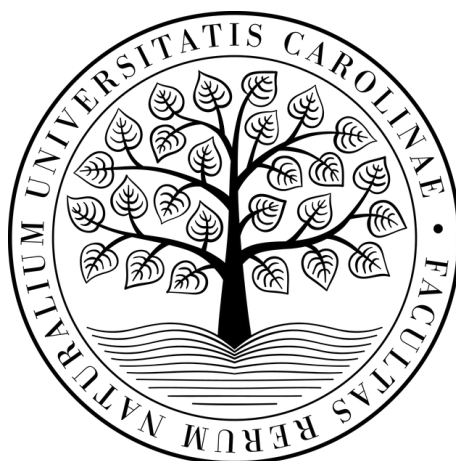


**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra učitelství a didaktiky chemie**

Studijní program: Učitelství chemie pro střední školy  
Studijní obor: Učitelství chemie pro střední školy – Učitelství biologie pro střední školy



**Bc. Blanka Dřevíková**

Tvorba materiálů pro výuku chemie ve virtuální realitě

New materials for teaching chemistry in VR

Diplomová práce

Školitel diplomové práce: RNDr. Luděk Míka, Ph.D.

Praha, 2024

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně, a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne: ..... ..

Podpis

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce RNDr. Lud'ku Míkovi, Ph.D. za jeho čas, trpělivost, cenné rady a flexibilní přístup. Také bych chtěla poděkovat rodině, která mě po dobu studia podporovala.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá problematikou vytváření materiálů pro výuku chemie ve virtuální realitě, konkrétně ve virtuálním prostředí programu Nanome. V teoretické části se věnuje obecně problematice učení, virtuální realitě i jejímu možnému využití ve výuce. Nejobsáhlejší část je věnována profesionálnímu programu Nanome, jeho prostředí a nástrojům. Jeho silnými stránkami jsou vizualizace molekul, možnosti s nimi interagovat nebo je dokonce vytvářet, které byly vybrány jako základ pro aktivity do učebních lekcí. Praktická část již představuje vytvořenou šablonu, pomocí níž by bylo možné vytvářet další učební úlohy podle představ daného učitele. Obsah každé učební úlohy tvoří spolu s vytvořenými modely molekul dvě základní části – makro naprogramované v jazyce Lua a připravená prezentace. S využitím navržené šablony byly vytvořené tři konkrétní učební úlohy, jejichž realizovatelnost ověřila skupinka žáků gymnázia ve věku 17-19 let.

## **Klíčová slova**

Výuka chemie, chemie ve virtuální realitě, výuka v Nanome, Nanome, VR, učení ve VR



## **Abstract**

This thesis deals with the issue of creating materials for teaching chemistry in virtual reality, specifically in the virtual environment of Nanome software. The theoretical part deals with the general issues of learning, virtual reality and its possible use in teaching. The most comprehensive part is devoted to the professional program Nanome, its environment and tools. Its strengths are the visualisation of molecules and the possibilities to interact with them or even create them, which have been chosen as the basis for activities for the lessons. The practical part presents a template already created, which could be used to create further learning activities according to the teacher's ideas. The content of each learning task and the molecule models created consist of two essential parts – a macro programmed in Lua and a prepared presentation. Using the designed template, high school students aged 17-19 created and tested three specific learning tasks for feasibility.

## **Key words**

Chemistry education, chemistry in virtual reality, chemistry in Nanome, Nanome, VR, teaching in VR

## Seznam použitých zkratk

3D	Trojrozměrný
API	Application programming interface
AR	Rozšířená realita
IMB	International Motivation Behavioral
MS	Microsoft
MSLQ	Motivated Strategies for Learning Questionnaire
PCVR	Personal Computer Virtual Reality
RCSB PDB	Research Collaboratory for Structural Bioinformatics Protein Data Bank
RVP	Rámcový vzdělávací program
UK	Univerzita Karlova
VR	Virtuální realita
VS	Visual Studio

## OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Cíl práce.....	11
3	Teoretická část.....	12
3.1	Učení.....	12
3.1.1	Styly učení.....	13
3.1.2	Motivace k učení.....	16
3.1.3	Činitele (faktory) ovlivňující učení.....	17
3.2	Virtuální realita.....	19
3.2.1	Virtuální a rozšířená realita.....	19
3.2.2	Virtuální realita a smysly.....	19
3.2.3	Virtuální realita a vnímání prostoru.....	20
3.2.4	Využití virtuální reality na školách.....	21
3.3	Motivace, názornost, rizika virtuální reality.....	23
3.4	Nanome.....	25
3.5	Ovládání Nanome.....	27
3.5.1	Levé okno Lobby (Lobby Left Window).....	27
3.5.2	Horní lišta Lobby v Nanome (Lobby Top Bar).....	28
3.5.3	Prostředí v Nanome (Environment).....	29
3.5.4	Nabídka nástrojů (Tools Menu).....	31
3.5.5	Hlavní menu (Main Menus).....	36
3.5.6	Menu zápěstí (Wrist menu).....	39
3.5.7	Makra v Nanome (Nanome Macros).....	41
3.5.8	Hlasové příkazy (Voice Command).....	43
3.6	Anketa.....	44
4	Praktická část.....	45
4.1	Použité VR brýle.....	45
4.1.1	Ovladače (Quest2 Touch controllers) a jejich používání v Nanome.....	46

4.2	Použitý software.....	48
4.2.1	Programování maker v jazyce Lua s využitím VS Code .....	48
4.2.2	Vytváření podkladů a prezentací pro jednotlivé úkoly .....	49
4.2.3	Tvorba, distribuce a sběr ankety .....	50
4.3	Koncepce učební úlohy .....	51
4.3.1	Skladba učební úlohy .....	52
4.3.2	Příprava maker .....	54
4.3.3	Příprava prezentací.....	56
4.3.4	Základní tutoriál (Nanome Basics) .....	58
4.4	Představení vytvořené učební úlohy .....	64
4.4.1	Příprava na realizaci učební úlohy .....	64
4.4.2	Začátek učební úlohy .....	64
4.4.3	Práce s makrem .....	66
4.4.4	Práce s prezentací.....	68
4.4.5	Ukončení aktivity .....	70
4.5	Testování úloh.....	71
4.5.1	Anketa pro respondenty .....	71
4.5.2	Vyhodnocení ankety.....	74
5	Diskuze .....	80
6	Závěr .....	82
7	Použitá literatura a internetové zdroje .....	84
8	Seznam obrázků.....	92
9	Seznam tabulek.....	96
10	Seznam grafů .....	97
11	Seznam digitálních příloh .....	98
12	Seznam příloh .....	99

# 1 ÚVOD

V běžném vyučování převládá frontální výuka chemie, kombinovaná s praktickými pokusy, prezentacemi v PowerPointu, modely či krátkými výukovými videi. Poslední dobou se mílovými kroky rozvíjí moderní počítačové technologie, zejména umělá inteligence a virtuální realita. Oblast školství klade důraz na rozvoj digitální gramotnosti žáků, což dokládají i změny digitálních kompetencí v Rámcovém vzdělávacím programu základního vzdělávání (RVP) (1). Konzervativní učitelé i přesto volí přístup, kterému se naučili na své vysoké škole a vyhýbají se moderním technologiím. Často i z obavy, že jejich žáci je ovládají lépe než oni (2). To se týká nejen virtuální reality, ale obecně informačních technologií. Virtuální realita přináší oproti těmto běžným metodám řadu výhod, ale i některé nevýhody.

Kromě obav či neochoty učitelů nelze opomenout finanční náročnost výuky prostřednictvím virtuální reality, protože každý žák musí mít brýle v řádu několika tisíc korun, i přesto, že zejména díky hernímu průmyslu se headsety stávají každým rokem dostupnějšími. Navíc i technika stárne a pokrok v informačních technologiích lze měřit ne roky, ale mnohdy měsíci. Přesto všechno by virtuální realita měla mít své místo ve výuce. Dokáže totiž doplnit výklad učitele praktickou ukázkou jevů, které v běžné realitě žáci nikdy neuvidí, nebo budou příliš nebezpečné. V jednom případě se jedná o pokusy s nebezpečnými látkami, což je v běžné praxi nahrazeno natočenými videozáznamy experimentů. V případě druhém se jedná o problematiku mikrosvěta (nanosvěta), kterou nelze běžným okem spatřit (3). Virtuální realita může nechat žáky do světa molekulárních struktur nejen nahlédnout, ale nechá je s nimi i manipulovat. Tím výrazně přispěje k pochopení probírané látky (4).

Využitý program Nanome (5) umožňuje molekuly upravovat, nebo dokonce samotné vytvářet, což žáka aktivizuje a umožní mu bádát. Kromě toho po celou dobu žáci s molekulami manipulují (zvětšují, zmenšují, otáčejí) a interagují s nimi. Na Nanome je velmi přitažlivé, že se jedná o program využívaný převážně profesionály, čímž doslova propojuje realitu s praxí a u některého žáka dokonce může ovlivnit jeho budoucnost. Každému žákovi ovšem virtuální realita přináší prožitek. Právě jako zážitkovou výuku ji dnes využívají např. v dějepise, kdy se žák stane vězněm v gulagu a zažívá to, co vězeň – dozorce na něj mluví, křičí (podle toho, jak reaguje žák, reagují i dozorcí). Tento

výukový model byl vytvořen Jihočeskou filozofickou fakultou pro zvýšení efektivity výuky moderních dějin (6).

Školám se často vyčítá, že využívají programy a informační technologie, které jsou často zastaralé, nebo alespoň nemají další perspektivu vývoje. Žáci se s nimi naučí pracovat, ale ve svém pozdějším profesním životě už je nevyužijí. Naopak nejnovější technologie školy užívají výjimečně. Mezi ně patří také virtuální realita, která v současné době patří mezi velmi progresivní technologie.

## 2 CÍL PRÁCE

V současné době dochází k velkému rozmachu moderních technologií a na tuto situaci se snaží reagovat i oblast školství např. tím, že do RVP postupně zařazují digitální kompetence. Celá situace je přiblížena v Úvodu a zdá se, že seznámení s profesionálně využívaným softwarem Nanome by mohlo být vhodnou pomůckou, která by obohatila výuku chemie. Tato diplomová práce se tedy zabývá tvorbou materiálů pro výuku chemie ve virtuální realitě a jednotlivé cíle jsou následující:

- Provést rešerši dostupných materiálů, které se týkají tématu.
- Seznámit se s programem Nanome a naučit se jej prakticky ovládat.
- Vybrat a popsat klíčové postupy pro ovládání prostředí a nástrojů Nanome s ohledem na možné využití ve výuce chemie.
- Navrhnout a vytvořit tři učební úlohy s využitím programu Nanome.
- Ověřit jejich realizovatelnost se středoškolskými žáky a získat k nim zpětnou vazbu.

## 3 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretickou část tvoří šest kapitol. První z nich se věnuje problematice učení jako takového a tvoří teoretický úvod k vlastnímu uplatnění virtuální reality ve výuce. Druhá kapitola seznamuje se samotnou virtuální realitou, jejím působením na uživatele, a nakonec také s jejím využitím ve vzdělávání. Je důležitá pro pochopení složitosti problematiky virtuální reality. Další dvě kapitoly se už týkají přímo programu Nanome, první z nich nejprve v obecné rovině popisuje vlastnosti programu a jeho využití, druhá se pak v řadě podkapitol zaměřuje na vlastní ovládání programu, užitého při přípravě učebních úloh. Závěrečná kapitola se věnuje anketě, pomocí níž byly ověřené učební úlohy.

### 3.1 Učení

V současné době existuje celá řada definic učení, rozrůzněných podle toho, co všechno se pod procesem osvojování informací a dovedností rozumí. Mezi ty základní patří ta, která pojímá učení jak celoživotní proces, v němž každý člověk získává praktické znalosti, ale také dovednosti, různé postoje nebo hodnoty. Jedná se tedy o proces, který je řízený a ve školství ovlivněný třetí osobou, tedy učitelem (7).

České školství prošlo za posledních třicet let značným vývojem. Do roku 1989 pro něj bylo typické centralizované řízení a ideologický dohled. K zásadním změnám pak docházelo postupně od roku 1990, kdy byl přijat nový zákon, který vytvořil předpoklady pro pluralitu ve vzdělávání na základě talentu a zájmu žáků. Postupně se začaly měnit i cíle vzdělávání, a to v roce 1994 v programu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy „*Kvalita a odpovědnost*“, a poté v zásadním dokumentu pro další vzdělávání z roku 2001 nazvaném „*Národní program rozvoje vzdělávání v České republice*“, tzv. Bílé knize, která stanovila nové cíle politiky vzdělávání (8). V tomto období byl také typický přechod od frontální výuky, realizované převážně učitelem s typickou pasivitou žáků (9). Mezi nové metody patřila například projektová výuka, jejímž hlavním přínosem bylo propojení znalostí získaných v jednotlivých předmětech do jednoho celku (10). Podobně funguje také skupinová výuka, která je ale méně časově náročná (11). Blízko k projektovému vyučování má badatelská výuka, jenom s tím rozdílem, že se realizuje v jednom předmětu a nevyužívá tolik mezioborové vazby, a více se inspiruje přímými výzkumnými či badatelskými postupy daného vědního oboru (12).



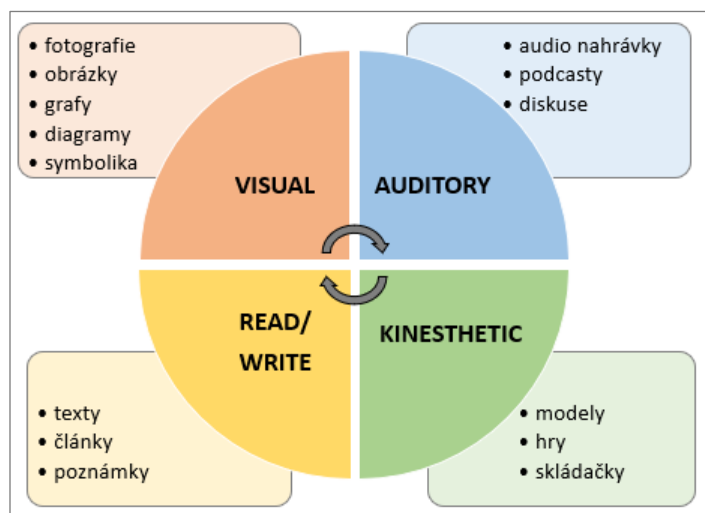
### 3.1.1 Styly učení

Každý jedinec si prakticky dennodenně osvojuje nové dovednosti, získává nové poznatky, nové zkušenosti – učí se novým věcem, každý svým vlastním stylem. Sitná definuje učební styl jako „určitý specifický způsob přijímání a zpracovávání informací, kterému dává jedinec přednost. Konkrétní styl učení se vyvíjí na základě osobnostních vlastností jedince a určuje, podle jakých charakteristik přistupuje žák a student k výukovému procesu.“ (13). Každý člověk preferuje určité styly učení a porozumění těmto preferencím je užitečné jak při výuce, tak při přípravě a tvorbě materiálů do výuky.

#### *Učební styly dle preferovaných smyslových podnětů*

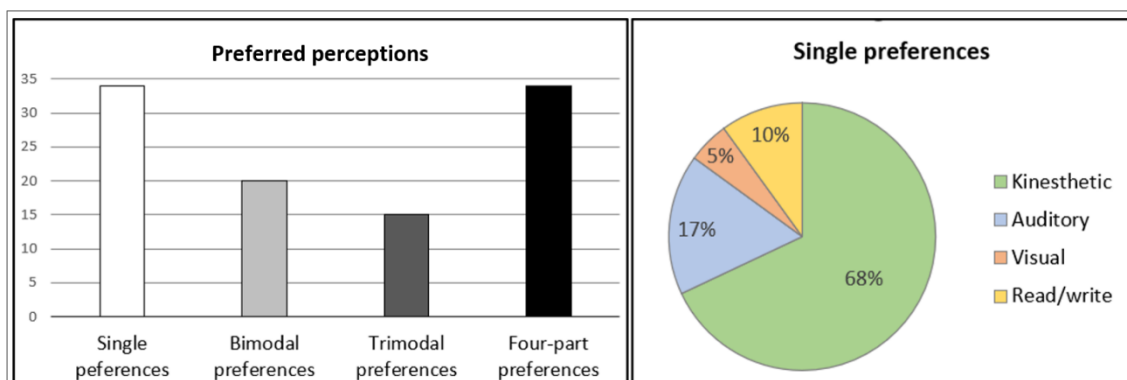
Při učení zapojují žáci svůj dominantní smysl a je potřeba s tím pracovat. A. de la Garanderie rozdělil žáky na dva základní typy – auditivní a vizuální (14). Tyto uvedené byly rozšířeny Flemingem a Millsem o další dva typy – kinestetický a čtení/psaní, všechny jsou společně popsány v modelu VARK (Visual, Auditory, Read/write, Kinesthetic), viz Obrázek 1.

- Vizuální (zrakově-obrazový) styl je hlavním učebním stylem u žáků, kterým nejvíce vyhovuje prezentování učiva v obrazové podobě (nejen videa, fotografie, obrázky, náčrty, ale také diagramy, schémata, symboly, grafy, vývojové diagramy apod.). Grafickou podobu, barevná, symbolická značení potřebují, protože si nejlépe pamatují, když používají zrak.
- Auditory (sluchový) učební styl je dominantním pro ty, kteří se nejlépe učí a pamatují si, pokud informace slyší.
- Read/write (čtení/psaní) učební styl vyhovuje lidem, kteří se nejlépe učí z textů (v paměti si vybaví napsaná slova i čísla). Uvedený styl učení vyžaduje využívání zraku, proto může být také uveden jako podtyp u typu vizuálního.
- Kinestetický (pohybový) učební styl spočívá v manipulaci s pomůckami, praktickým vyzkoušením si činností, upřednostní i metodu pokusu a omylu před poslechem a čtením (15).



Obrázek 1 - Model VARK

Podle výzkumu prováděného (16) v letech 2022 až 2023 přibližně na milionu respondentů přibližně třetina (34 %) je „single preferences“ a využívá při učení primárně pouze jeden smyslový podnět. Tzv. „bimodální preference“ (využívání dvou smyslů) používá pětina (20 %), „trimodální preference“ pouhých 15 % a všechny čtyři výukové styly využívá 31 % (Obrázek 2a). Zajímavé bylo zjištěné rozložení vjemových preferencí u „single preferences“, kde čistě kinestetický styl upřednostňuje přes dvě třetiny respondentů (68 %), dalších 17 % preferuje sluchový styl, necelých 10 % čtení/psaní styl a pouhých 5 % spoléhá na vizuální styl učení – Obrázek 2b (16).



Obrázek 2 - Rozložení stylů učení, a) rozložení počtu využití preferovaných vjemů, b) rozložení podnětů s primárním využíváním jednoho vjemu (16)

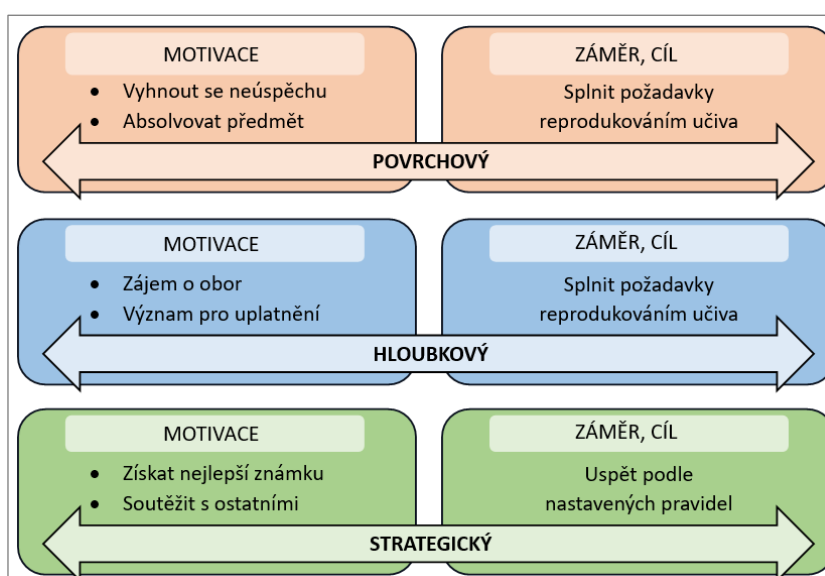
Čím více smyslů dokáže učitel při výuce zapojit (sluch slovem, zrak obrazovými přílohami, hmat názornou učební pomůckou a samozřejmě zápisem), tím více žákům s rozličnými učebními styly dokáže učení usnadnit. Dokud je učivo konkrétního rázu, je i využití hmatových pomůcek poměrně snadné. Postupně začne převládat učivo

abstraktní, u kterého již nejsou reálné pomůcky dostupné a přichází vhodný čas pro modely a vizualizaci.

### *Učení, styly učení a motivace*

Učební styly na základě motivace a záměru rozděluje Mareš (17) na povrchový, hloubkový a strategický, jejichž typické charakteristiky jsou uvedeny viz Obrázek 3.

U povrchového učení převládá zejména vnější motivace, tedy splnění požadavků (např. napsání testu, složení zkoušky). Často spočívá v reprodukci učiva, pasivním přijímání poznatků a přináší minimální porozumění učivu a je rychle zapomínáno.



*Obrázek 3 - Učební styly podle motivace a záměru*

Vnitřní motivace převládá u hloubkového stylu učení, žáci chtějí učivu porozumět, zajímá je a chtějí jej dokázat aplikovat. Jsou pak schopni rozlišovat v učivu podstatné a nepodstatné, chápou jevy v širších souvislostech, což s sebou přináší zapamatování si jak faktů, tak souvislostí.

Ke strategickému stylu učení se přiklánějí žáci, kteří jsou motivováni získáním nejlepších známek v kombinaci s vyniknutím nad ostatními. Jsou vždy vysoce motivováni k podání výkonu, ale učivo vnímají jako prostředek dosažení cíle. U strategického stylu učení úroveň znalostí (povrchovou či hloubkovou) určují tedy nároky učitele. Pokud vyučující není benevolentní a vyžaduje pochopení látky do hloubky, žák si ji do požadované úrovně osvojí (17).

Nejméně úspěšní bývají žáci s nejnižší motivací, kteří tíhnou k povrchovému stylu učení. Mezi nejúspěšnější patří žáci, kteří jsou motivováni nejsilněji a dokáží využít plánované strategie, tedy žáci kombinující strategický a hloubkový styl učení (18). Z uvedeného vyplývá, že prostředky, které přinesou posílení vnitřní motivace, mají při učení největší význam.

### 3.1.2 Motivace k učení

Mareš definuje motivaci jako „soubor vnitřních a vnějších faktorů, které ovlivňují lidské chování“ (19). Dále uvádí, že motivace stimuluje jednání a směřuje ho k cíli, dodává mu potřebnou energii, přináší očekávání a na ně navazuje sebehodnocení spojené s prožíváním úspěchu či neúspěchu. Učení patří mezi lidská chování, proto žák potřebuje být k učení motivován – vnitřní potřebou nebo vnějším podnětem.

Vnitřní motivace při učení vychází z potřeby poznávací (zájmu, zvědavosti, touze po objevování), seberealizace (touze po činnosti, uvědomění si dalšího využití, uplatnění v budoucnosti) uznání (radost z prožitého úspěchu, ze zájmu o konkrétní věc, z přinášeného pocitu radosti, uznání, úspěchu) či sociální (potřeba začlenit se, ale i vyniknout).

Vnější motivaci vyvolávají podněty (incentivy) z okolí a nevychází z vlastního zájmu. Vnější motivy mohou přinést pozitivní prožitky, v případě odměn, nebo naopak negativní následky, přinášející tresty a sankce. Vnitřní i vnější motivace k učení obvykle působí vzájemně, optimálně vnější podněty vnitřní motivy. Pokud působí protichůdně, pak dojde k motivačnímu konfliktu (vykonání i nevykonání přinese negativní prožitek) (19).

Rozlišují se tři motivační oblasti:

- První afektivní oblast motivace, představuje vnější motivaci, a vychází z citového vztahu k jeho okolí, a to jak k rodičům, učitelům a spolužákům (souvisí s identifikací se s jejich vzory, přijetí jejich požadavků, udržení si důvěry, získání obliby, uznání aj.).
- Druhá oblast je motivace kognitivní, kterou ovlivňují touhy po poznání spojené s rozvojem vlastních schopností (souvisí s vírou ve vlastní síly, schopnosti a touze se zdokonalovat). Oblast kognitivní patří k motivaci vnitřní.
- Poslední oblast efektivní motivace lze zařadit k motivaci osvojené (pochopení role ve společnosti), protože v sobě odráží očekávání okolí a normy nastavené

společností (sebehodnocení vzhledem k očekávání se stává motivem, stejně jako snaha vyhovět normám či podílet se na kolektivním úsilí).

Stráská, Z. a Blažková, H. využily Kozékiho IMB dotazník (International Motivation Behavioral) a ve svém výzkumu zjišťovaly strukturu motivace žáků k učení z vlastního pohledu žáků podrobněji (v každé z uvedených motivačních oblastí byla rozlišována tři dílčí pásma). Jejich výzkum potvrdil, že síla i struktura motivace se mění v závislosti na věku (soubor od druhého stupně základní školy až po maturitní ročník střední školy) a pohlaví. Znalost struktury motivace žáků je pro učitele klíčová, aby výsledky pedagogického působení byly funkční a pozitivní (20).

Uváděné oblasti motivace se překrývají se sociálními, poznávacími a výkonovými potřebami, kterými se zabývá Pavelková. Uvádí možné negativní vlivy, které mohou oslabovat pozitivní motivaci, např. obava z odmítnutí kvůli negativní zpětné vazbě, strach z neúspěchu aj. (21).

### 3.1.3 Činitele (faktory) ovlivňující učení

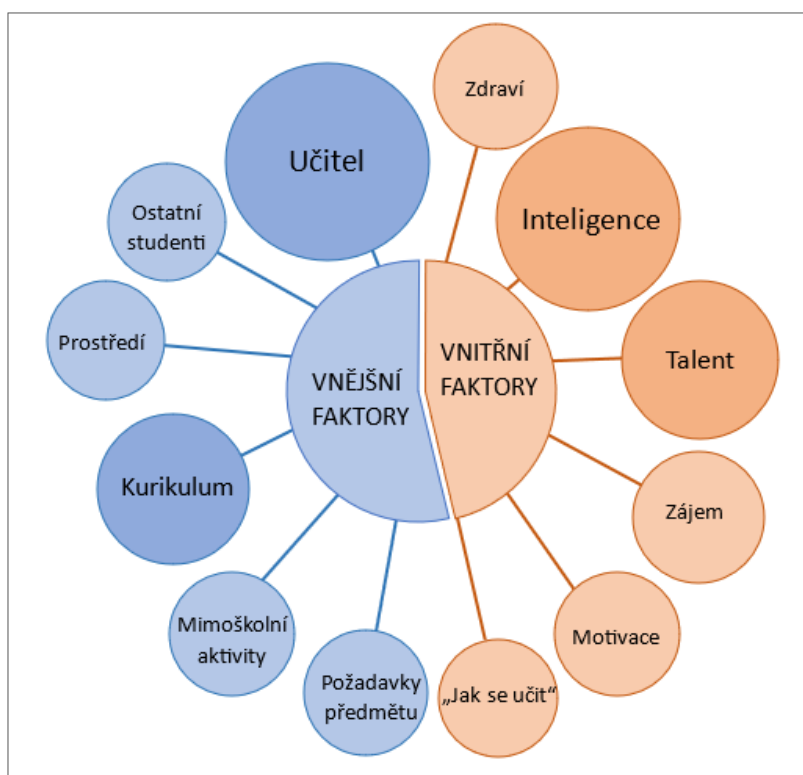
Chamidy analyzuje vliv vnitřních a vnějších faktorů na výsledky učení ve výzkumu, kterého se účastnili v roce 2021 indonéští vysokoškolští studenti (22). Sady otázek vycházely z dvanácti oblastí, ze kterých polovina zahrnuje vnější faktory a druhá polovina vnitřní.

Mezi vnějšími faktory uvádí oblasti zabývající se vnímání učitele (časový plán, využití výukového času, využívání pomůcek, interaktivita a otevřený přístup k názorům studentů), vztah k ostatním studentům (soutěživost, aktivní přístup, přátelé jako inspirace, péče o přátele či spolupráce při aktivitách), prostředí (doprava, klidné a fungující prostředí, rychlé řešení problémů, administrativní služby, přístup k vedení), kurikulum (osnovy, vyváženost teorie a praxe, časový plán, interdisciplinární vztahy, soulad s požadavky pracovního trhu), mimoškolní aktivity (různorodá nabídka, dostupnost, atraktivita, užitečnost, zábavnost, vhodné zázemí) a požadavky ke splnění předmětu (ohodnocení schopností, přijetí kritiky, respektování názorů, jednotnost a požadavky klasifikace).

Jako vnitřní faktory ovlivňující učené vyjmenovává zdraví (stravovací návyky, spánkový režim, sportovní aktivita, únava), inteligence (porozumění a procvičení učiva, vytrvalost, aktivní účast v hodinách, aktivní přístup k učení), talent (nadšení pro učení,

zvládání studijní zátěže, porozumění učivu, přizpůsobení se změnám), zájem (pravidelná účast, uvědomění si nevýhod absencí, překonání nesnází při učení, zájem o technologie a proces učení se), motivace (ambice, čtecí návyky, neodkládání povinností, spokojenost a hrdost na výsledky učení, vyhlídky na zlepšení životního standardu) a „jak se učit“ (časový harmonogram vlastního učení, učební techniky, pravidelnost, čas pro samostudium, orientace v učebních materiálech).

Výsledky výzkumu ukázaly, že nejvýznamnějším faktorem u výzkumného souboru byl vyučující, dalším vnějším činitelem, který měl vliv na úspěšnost učení mělo u studentů nastavené kurikulum předmětu. U ostatních vnějších faktorů – ostatní studenti, prostředí, mimoškolní aktivity a požadavky na splnění předmětu, nebyla prokázána požadovaná statistická významnost. Druhým nejvlivnějším faktorem vyšla inteligence, po které se u vnitřních faktorů prokázal vliv talentu. Zbylé vnitřní činitele – zdraví, zájem, motivace a vlastní cesta učení se, nevyšly s požadovanou statistickou významností. V souhrnu vyšel podstatnější vliv vnějších faktorů (22). Obrázek 4 představuje grafické schéma znázorňující vliv jednotlivých faktorů na úspěšnost učení (významnost je představována jak velikostí, barvou faktorů tak jejich vzdáleností od středu kruhu).



Obrázek 4 - Vliv vnitřních a vnějších faktorů na výsledky učení (22)

## 3.2 Virtuální realita

Pojem virtuální realita (VR) jako odborný termín prvně použil, zakladatel firmy Visual Programming Lab, J. Lanier. Pokud na VR budeme nahlížet z pohledu kognitivního pak mozek musí očekávat věci virtuální, nikoliv reálné (23). Jindy je zase zdůrazněno, že VR představuje technologii, jež se zaměřuje na zkušenost jako takovou (24). Virtuální realitu lze tedy popsat jako technologii, která umožňuje uživatelům vstoupit do nasimulovaného trojrozměrného světa, které se může reálnému prostředí podobat nebo úplně lišit.

### 3.2.1 Virtuální a rozšířená realita

Při popisu fungování virtuální reality je nutné vymezit i další pojem, rozšířená realita (Augmented reality, AR), které laická veřejnost často zaměňuje. Rozšířená realita se liší od té virtuální tím, že využívá reálného prostředí, do kterého zasazuje digitální předmět. Výhodou tohoto principu je, že nepotřebuje specializované drahé zařízení, stačí pouze mobilní telefon, či počítač, obojí ale musí mít kameru, aby mohly snímat okolí. Do něj potom program rozšířené reality umístí digitální dvou či třírozměrný předmět, krátký článek nebo krátké video (25).

Oproti tomu virtuální realita vytváří úplně nové, neexistující, virtuální prostředí. Jestliže v rozšířené realitě se její uživatel pohybuje v reálném existujícím prostoru, ve virtuální realitě se dostává do neexistujícího světa, díky čemuž se může dostat do míst velmi vzdálených časově i regionálně, čehož využívají zejména tvůrci počítačových her (25). K využití virtuální reality je ale nutné speciální vybavení, a to výkonný počítač, místo něj lze využít specializovanou konzoli či mobilní telefon s aplikací umožňující virtuální realitu. Dále musí mít uživatel k dispozici brýle určené pro virtuální realitu, které jsou schopné přesně zaznamenat jeho pohyby, aby je mohl zasadit do virtuálního prostoru. Ten vidí uživatel ve svých brýlích. Součástí brýlí musí být také senzory pohybu (26).

### 3.2.2 Virtuální realita a smysly

Historie virtuální reality sahá až do 50. let 20. století, kdy Horton Heilig uveřejnil článek o tzv. Divadle zážitků, založeném na stimulaci smyslů diváka podle požadavků

jednotlivých scén. Tyto úvahy vedly v roce 1962 k vytvoření projektu Sensorama, kde virtuální realitu vytvářela pětice krátkých filmů. Skutečné počátky ale umožnil až rychlý vývoj počítačových technologií koncem 20. století. V této době se také dostal pojem virtuální realita do širšího povědomí veřejnosti (27). V 90. letech už byly veřejně dostupné první specializované brýle s LCD obrazovkou, stereo sluchátky a trasovací systém, umožňující reagovat na pohyby hlavou uživatele. Využití tohoto systému bylo zpočátku hlavně v prostředí počítačových her. Po roce 2000 začaly jednotlivé společnosti masivně investovat do rozvoje technologií virtuální reality, která se tak rozšířila i do dalších oblastí mimo herní průmysl (28).

Virtuální realita vytváří iluzi reality a působí na smysly uživatele, zejména na zrak, ale také sluch a hmat. Smyslové orgány totiž nedokážou díky této iluzi rozlišit, jak ve skutečnosti daleko se nachází vytvořený obraz. Princip virtuální reality je tak založený na klamání smyslů. Umožňuje tak silný emocionální zážitek člověka, který pocitově nedokáže v daný moment odlišit skutečnost od iluze. To má výhodu v tom, že uživatel se mnohdy chová jinak než při té samé či podobné situaci v reálném světě (29).

### 3.2.3 Virtuální realita a vnímání prostoru

Vnímání prostoru ve virtuální realitě začíná být důležité i v takových oborech, jako je medicína. Lékařům totiž umožňuje, aby si přesně naplánovali a nacvičili některé složité chirurgické zásahy. Případný omyl nemá fatální následky (28). Také studenti medicíny mohou lépe studovat anatomii a připravit záchranáře na jejich budoucí povolání (26). Virtuální realitu v současné době využívá stále více oborů pro vzdělání i výzkum (28).

Díky svým vlastnostem pronikla virtuální realita do řady oborů. Nejvíce se asi uplatnila v herním průmyslu, protože umožňuje hráčům prožívat příběhy známé z filmů, nebo například středověké Evropy. Experimentálně využil virtuální realitu také film, experimentující s řadou možností, které klasické metody filmové tvorby vůbec neumožňují, například, aby se divák stal přímou součástí sledovaného příběhu. Stranou zájmu nezůstaly ani další obory umělecké činnosti, protože umožnily možnosti netušené možnosti tvorby. Trojrozměrné prostředí totiž umožňuje vytvořit více působivé zážitky, protože uživatelé virtuální reality mohou vytvářet například sochy pohyby, které jsou velmi podobné skutečnosti (26).



### 3.2.4 Využití virtuální reality na školách

Virtuální realita jako fenomén pronikla do škol teprve v posledních letech. Učitelé jsou většinou konzervativní a k moderním technologiím přistupují opatrně. Na druhou stranu tato moderní technologie pomalu do škol proniká, jak svědčí četné odkazy na internetu, a to často formou exkurzí či výukových programů, které připravily jiné instituce (30), mnohdy specializovaná univerzitní pracoviště (31).

Příkladem výukového programu ve virtuální realitě, připraveného přímo odborníky z vysoké školy, by mohl sloužit originální projekt Jihočeské univerzity Vězněm gulagu, který provede žáka světem sovětských pracovních táborů, a to formou blízkou počítačové hře, v níž je hráč přímo účastníkem děje. Žák během 15 minut zažívá situace, s nimiž byli konfrontováni samotní vězňové pracovních táborů a vnímá realitu prostřednictvím zraku, sluchu a hmatu. Oproti tomu klasická výuka může nabídnout pouze sluch a v menší míře i zrak, v tomto případě například prostřednictvím prezentace. Další rozdíl spočívá v tom, že ve virtuálním prostředí gulagu na jednotlivé kroky žáka (vězně) reagují dozorcí, a tím mu dávají zažít podobné pocity bezmoci, jako měli skuteční vězni (6).

Na rozdíl od klasických prezentací mají podobné programy jednu nevýhodu, totiž že je musí vytvořit specializovaný tým řady odborníků. Konkrétně na projektu Vězněm v gulagu se podíleli archeologové, historici, politologové, počítačovní experti, psychologové, pedagogové, specialisté na počítačovou grafiku a hry, a dokonce i herectví (6). Přeci jenom, krátkou výukovou prezentaci je pedagog schopen vytvořit sám a během relativně krátké doby.

Z reakcí žáků na setkání s výukou ve virtuální realitě vyplývá, že tato forma výuky je efektivní, jinými slovy, je programy baví a snáze přijímají probírané učivo (32). Například žáci Základní školy v Poličce absolvovali čtyřhodinový program se základy virtuální reality při výuce chemie s vědeckými pracovníky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy (UK). Pomocí virtuálních brýlí Meta Quest 2 (dříve Oculus Quest 2) a aplikace Nanome studovali žáci virtuální modely molekul a popisovali jejich stavbu (31). Výuka měla mezi žáky velký úspěch, jak konstatoval autor zprávy: „*Někteří kvartáni/kvartánky se pohybovali v prostředí VR aplikace Nanome s obdivuhodnou lehkostí a umem. Možná tu v kvartě máme celou řadu budoucích světoznámých chemiků-*

*molekulárních designérů, kteří nás v oblasti lidského vědění posunou zase o kousíček dál.“ (31).*

Specializovaných tříd s možností studia pomocí virtuální reality zatím mnoho není. Výjimkou je Vyšší odborná a Střední průmyslová škola ve Žďáře nad Sázavou, kde se podařilo vytvořit virtuální laboratoř se softwarem firmy Autodesk ze Spojených států amerických, zaměřeným na vytváření prostorových vizualizací ve fotografické kvalitě. Žáci tako vytvořili mimořádný prostorový model známého kostela sv. Jana Nepomuckého na Zelené hoře ve Žďáru nad Sázavou barokního architekta Jana Blažeje Santiniho Aichla (33).

Pro toto téma bohužel chybí více aktuálních zdrojů, protože české školy většinou o svých výukových aktivitách pomocí virtuální reality neinformují, nebo na svých stránkách uvádí pouze ty výjimečné, které se běžně nepoužívají.

V zahraničí je situace o něco lepší. Příkladem může být článek Mereditha Thompsona o používání virtuální reality ve školách, publikovaný už v roce 2018. Autor v něm hodnotil výuku ve třídách. Jedna z nich využívá virtuální realitu k exkurzím, její žáci při tom nepoužívají specializované brýle, ale své mobilní telefony se speciální aplikací. V druhém případě se neopisovala konkrétní výuka, ale spíše technická řešení a obtíže s nimi spojená. Pro čtenáře může být dobře známý problém s připojením přes WiFi, popřípadě distribuce 30 mobilních telefonů s aplikací mezi nepříliš ukázněné žáky, se kterou pomáhali asistenti. Z článku vyplynulo, že největší úspěch měla virtuální výuka pro menší skupiny 5 až 6 studentů. Autor nakonec popsal zkušenosti z laboratoře virtuální reality, kde se studenti přímo podíleli na vyhodnocování softwaru, díky čemuž se také zdokonalovali v pochopení obsahu výuky (34).

Novější studie na toto téma z roku 2023 se pak zabývá vlivem virtuální reality na budoucnost výuky. Na ní měla a stále má velký vliv zavedení internetu ve školách, protože umožňuje zapojit do vzdělávacího procesu nejmodernější technologie (35). Jestliže v roce 2018 se na školách v USA používaly mobilní telefony se speciální aplikací pro virtuální realitu (34), v současné době se využívají speciální brýle zvané headsety (35). S jejich pomocí, ale v stále v kombinaci s tradičním pojetím výuky, pak může učitel velmi efektivně působit na žáka pomocí zážitkového učení (35). Jestliže tento způsob výuky podle výzkumu vědců z BFH Wirtshaft a Universtity of Fribourt nepřinesl předpokládaný výsledek (36), američtí odborníci z Moreland Uviversity ho považují za

velmi efektivní. Zdůrazňují přitom, že pokud se žák emotivně zapojí do probírané látky, bude diskutovat s učitelem místo toho, aby jenom poslouchal a zapisoval si jeho výklad, lépe si učivo zapamatuje. Dokonce hlavním cílem výuky nemá být jeho pochopení, ale pouhé výraznější zapojení studentů do vzdělávacího procesu. A právě pro něj přináší virtuální realita dosud nevídané možnosti (35).

### 3.3 Motivace, názornost, rizika virtuální reality

Velmi důležitou součástí jakékoliv výuky je motivace, protože pokud dokáže vyučující motivovat žáky k snaze pochopit a učit se danou látku, zvýší efektivitu celého vyučovacího procesu. Rozlišujeme několik druhů motivace podle různých kritérií. Jestliže si vezmeme jako kritérium dobu, kdy ovlivňuje činnost žáka, pak ji dělíme na dlouhodobou a krátkodobou. Dlouhodobou najdeme spíše u starších žáků, protože vyžaduje vytrvalost a určitou psychickou vyzrállost. Větší intenzitu, ale krátkodobější efekt má naopak motivace krátkodobá. Pokud vyučovaného získá učitel k výuce pomocí odměny či známky, nebo naopak hrozí trestem za neprovedení zadané činnosti, mluvíme o motivaci vnější, naopak jestliže si žák uvědomuje, že zapojením do procesu výuky získá nějaký nějakou výhodu, nebo samotný proces učení má za přínosný, jedná se o motivaci vnitřní. Alespoň takto na problematiku motivace nahlíží Metodický portál RVP.CZ (37).

Pedagogové ve školách nejčastěji využívají krátkodobou motivaci, protože usilují, aby žáci během relativně krátké vyučovací hodiny zaujala probíraná látka, a proto se jí i lépe naučili. Očekávají také, že krátkodobý efekt této motivace bude na žáky mít vliv poměrně dlouhou dobu, což ne vždy odpovídá realitě (38). Stejně tak důležitá je vnitřní motivace, protože je velmi efektivní. Žák, který je vnitřně motivovaný, mívá ve vzdělávacím procesu výborné výsledky. Je to dané tím, že nepotřebuje pobízení k činnosti, ovlivnit ho může i určitá touha poznat neznámé. Výzkumy přitom dokázaly, že vnější a vnitřní motivace nemusí být nutně v protikladu, na celkové motivaci žáka se mohou podílet obě (38). O důležitosti motivace žáků nejlépe svědčí i to, že existuje Katalog podpory motivace žáka (39).

A právě motivace k výuce je velkým přínosem virtuální reality. Animace totiž dokáže přiblížit probíranou látku daleko lépe než jiné technologie, a navíc přináší spoustu dalších výhod. Mezi ně patří individuální přístup, protože vyučující může nastavit program podle potřeb jednotlivých studentů. Důležitá je i možnost praktické simulace,

kteřou lze využít v řadě vyučovacích předmětů. V chemii obzvláště existuje řada potencionálně nebezpečných pokusů, a právě takový pokus ve virtuální realitě tato rizika úplně odstraňuje. Žáci také přistupují daleko aktivněji k výuce, což zvyšuje motivaci k učení (40).

Virtuální realita také nabízí vysokou míru názornosti ve výuce, což je dané zapojením více smyslů než při běžné výuce. Žák také může zkoumat probíranou věc z více úhlů pohledu a v různých měřítcích. To ocení žáci chemie, kde se zkoumají prvky a molekuly (41).

Virtuální realita s sebou nese i některá úskalí. Mezi ně patří neosobnost. Moderní technika nahrazuje učitele, který je ale stále klíčovým pro vyučování žáků (41). Nezanedbatelné je také zdravotní riziko, protože časté používání virtuální reality může zhoršit zrak. Oko během doby strávené ve virtuálním prostředí nezaostřuje, jako tomu je v běžném prostředí. Je neustále zaměřené na jednu vzdálenost mezi okem a displejem, což může vést k narušení vnímání prostoru, protože to závisí na schopnosti oka zaostřovat. Dlouhodobé přetížení zrakového aparátu vede k únavě a riziku vzniku zrakových poruch, což platí ve zvýšené míře pro lidi s určitými očními vadami nebo ty, kdo nosí brýle. Virtuální realita představuje riziko i pro epileptiky, protože užití brýlí na virtuální realitu může v některých případech epileptický záchvat vyvolat. Odborníci také nedoporučují sledování virtuální reality u malých dětí, jejichž mozek dosud neprošel plným vývojem. Proto se doporučuje pro uživatele virtuální reality minimální věk v rozmezí deset až dvanáct. Další možné negativní dopady na lidské zdraví pak představují bolest hlavy, únava a ospalost, u některých jedinců i poruchy rovnováhy a špatná koordinace pohybů. Je třeba také zmínit riziko závislosti na virtuální realitě (42).

Výuka pomocí virtuální reality má ale také své vzdělávací limity, protože jsou oblasti, kdy tradiční vyučování nenahradí. Například při výuce cizích jazyků nemůže nahradit doplňovací cvičení. Jak vysvětlil profesor komunikace na Stanfordské univerzitě, virtuální realita je výhodná pro výuku jevů, kde se něco pohybuje. Statické jevy se lépe učí klasickými metodami. Klasická výuka prokazuje efektivitu i v některých tradičních metodách výuky. Například při výuce cizích jazyků nemůže nahradit doplňovací cvičení. Sám soudí, že virtuální realita běžné vyučování nenahradí, ale může je vhodně doplnit (43).

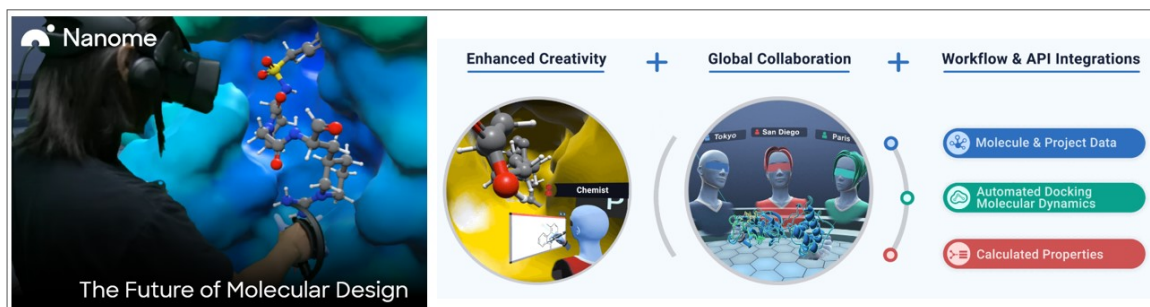
Poslední skupinu rizik pak představuje zneužití virtuální reality žáky, protože většina headsetů má dnes připojení k internetu, a uživatelé mohou stáhnout a použít nevhodný obsah. Proto se doporučuje, aby učitel předem nastavil limity při použití virtuální reality.

Co se týče efektivity virtuální reality, tak vědci z BFH Wirtschaft a University of Fribourg provedli výzkum, jak vlastně může ovlivnit paměť, která je klíčová pro jakékoliv učení (36).

Obecně se předpokládá, že velký zážitek během učení zvyšuje jeho efektivitu. Provedená studie to přímo nepotvrzuje a uvádí i důvody, proč efekt zážitku nemusí mít výrazně lepší výsledky výuky. Soubor dat z výzkumu prokázal, že výuka ve virtuální realitě nemusí být efektivnější než běžnou formou. Efektivitu vědci zkoumali tak, že zjišťovali, kolik informací si žáci během experimentu zapamatují. Nezkoumali tedy míru prožitku během učení, ani vliv na motivaci k učení. Výsledky navíc mohou ovlivnit další faktory, jako probíraná látka. Stále se jedná ale o ojedinělou studii, která by potřebovala další doplnění (36).

### 3.4 Nanome

Nanome je program, který je označován jako nejefektivnější nástroj pro práci s molekulárními strukturami (Obrázek 5). Je tedy využíván jako profesionální program pro navrhování léků a jejich designu – odborníky v oblasti medicínální chemie, počítačové chemiky a strukturní biologie (5). Je silným nástrojem pro krystalografii či v oblasti proteinového inženýrství. Často byl využíván např. v souvislosti s koronavirem, což dokládají publikované studie zabývající se např. mutacemi SARS-CoV-2 Spike proteinu (44), možnými vakcínami (45), molekulární dynamikou viru SARS-CoV-2 3CL (46) aj.



Obrázek 5 - Ukázky z představení Nanome na webu – převzato z (5)

Nanome jako mnoho programů je nabízeno v různých verzích, tedy i různě zpoplatněno. Je možné stáhnout si i verzi zdarma pro osobní použití (Download for free), která má ovšem velmi omezené možnosti – např. nahraje jen dvě molekuly současně, podporuje nahrávání jen z databáze Research Collaboratory for Structural Bioinformatics Protein Data Bank (RCSB PDB), poskytuje jen základní zobrazení a úpravu molekul, neumožní nahrávání z počítače ani používání soukromé místnosti (private room). U verze akademické, která byla během diplomové práce používána, byla v srpnu 2024 cena dvou ročních licencí \$299 (necelých 7000 Kč) (47).

Nanome může být používáno ve 2D módu na počítači, jehož minimální hardwarové a systémové požadavky jsou spolu s doporučenými sestavami specifikovány na webových stránkách (48). Plnohodnotnou možností využití (tzv. PCVR, Personal Computer Virtual Reality) je s kompatibilními headsety (např. verze od Meta Quest 2, HTC Vive Cosmos a jejich vyšší verze), které jsou uvedeny na webových stránkách (49). Od roku 2024 je konečně možné používat Nanome na Apple zařízeních (50).

Nanome v plném rozsahu lze využít jen ve virtuální realitě, a to od obecné chemie až k farmaceutické výrobě léků. Program umožňuje uskutečnit virtuální schůzku a spolupracovat s ostatními lidmi v reálném čase. Při schůzce se avataři (účastníci) mohou libovolně pohybovat po vytvořené místnosti, navzájem komunikovat, společně interagovat s molekulárními strukturami a sdílet např. své poznámky, výpočty, videa. Nanome tedy není možné používat bez připojení k internetu.

V Nanome je možné si vlastní molekulární struktury nejen vytvářet, ale také potřebné do prostředí nahrávat z databank, např. RCSB PDB (51), DrugBank (52), PubChem (53), pak s nimi interagovat a jednoduše pomocí vlastních rukou manipulovat s jejich strukturami – zvětšení, zmenšení, měření vzdáleností, měření úhlů, obarvování (atomů, řetězců, molekul aj.), možné rotace apod. Do Nanome je možné nahrávat různé soubory různých formátů jako .pdb, .sdf, .cif, .lua, .nanome, .nanoscenes, aj. (často se jedná např. o soubory se strukturami, elektronovou hustotou). Program nemá žádný problém s nahráváním obrázků .pdf, .png, .jpg, .jpeg (54). Nanome bohužel nepodporuje nahrávání prezentací (.ppt, .pptx), textových souborů (.doc, .docx, .txt, .rtf). Ty spolu s formáty .odt a .odp automaticky konvertuje do formátu .pdf a pak teprve nahraje do prostředí.

Hotové, rozpracované struktury či situaci v dané schůzce, místnosti si uživatel může uložit do svého online úložiště, tzv. Vaultu (55). Úložiště slouží i k nahrávání věcí předpřipravených na počítači (např. prezentaci, obrázků), stažených molekul do potřebné adresářové struktury. Samozřejmostí je pak nahrávání připravených podkladů na úložišti do prostředí Nanome. Dále je možné využít vytváření vlastních poznámek či upravování prezentací a dokumentů. Lze tu psát i rukou, kdy avatar drží virtuální fix a píše na tabuli.

Po spuštění Nanome se uživatel jako první dostane k úvodním oknům Lobby (Obrázek 5), ve kterých provede základní nastavení a přihlášení (avatar, místnost, schůzka, tutoriál) pro další práci v Nanome. Právě okna Lobby začínají další podkapitoly, na něž pak navazují představení dalších menu a nástrojů.

## 3.5 Ovládání Nanome

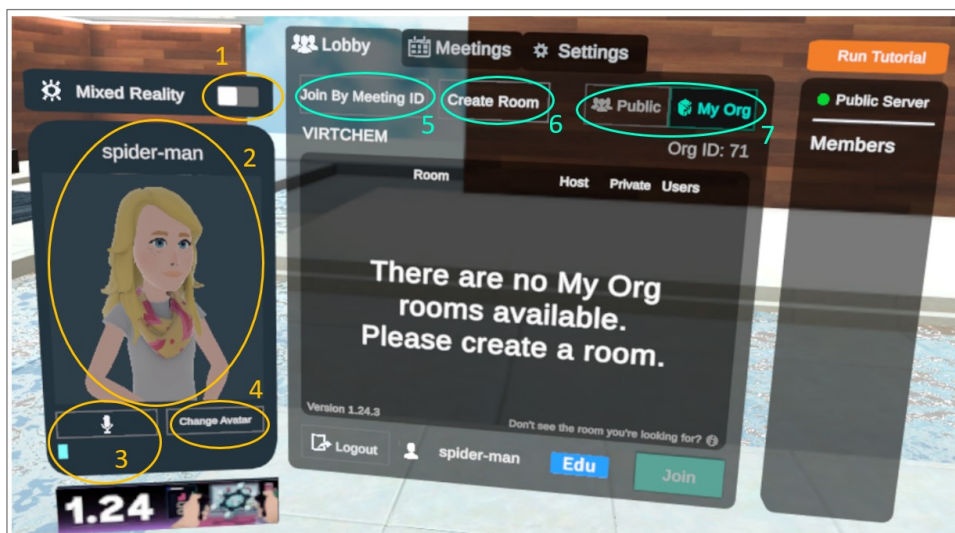
Ovládání samotného programu Nanome je poměrně intuitivní a nevymyká se běžně používaným uživatelským rozhraním (systém okem, rolovacích nabídek, tlačítek, prepínačů apod.) – lze ho tedy nazvat uživatelsky přátelským. Jedná se ovšem o program specializovaný na oblast chemie, čemuž odpovídá většina funkcí. Není-li tedy uživatel zbláhý v používaných anglických termínech, obeznámen se specifickými ikonami, pak se jeho ovládání pomocí ovladačů ve VR stává náročným úkolem. Celou situaci má uživateli usnadnit základní tutoriál (podrobně popsany v kapitole 4.3.4) a velmi rozsáhlá, členěná webová dokumentace (56). V následujících kapitolách jsou přiblíženy funkce usnadnění pro ovládání Nanome.

### 3.5.1 Levé okno Lobby (Lobby Left Window)

Možnost rychle měnit způsob komunikace (interakce) s Nanome či ostatními uživateli umožňuje právě Levé okno Lobby (57), které obsahuje (žlutě vyznačeno od shora – Obrázek 6).

- 1) Prepínač smíšené reality (Mixed Reality Toggle) zajistí zapnutí smíšené reality (pouze u podporovaných headsetů).
- 2) Náhled uživatele (User Preview), kde uživatel uvidí sám sebe, jak ho ostatní uvidí v místnosti Nanome.

- 3) Tlačítko ztlumení a pod ním ukazatel hlasitosti (Mute Button and Voice Indicator) umožňující nastavit hlasitost nebo mikrofon zcela ztlumit.
- 4) Tlačítko změna avatara (Change Avatar) poskytuje možnost změny vzhledu avatara podle představ uživatele. Změnění podoby avatara se pak vždy objeví v náhledu uživatele (viz bod 2).



Obrázek 6 - Ukázka Lobby menu s vyznačením vybraných funkcí

### 3.5.2 Horní lišta Lobby v Nanome (Lobby Top Bar)

Základní horní lišta je složena ze tří záložek: úvodní Lobby (Lobby), Schůzky (Meetings) a Nastavení (Settings).

#### *Lobby záložka (Lobby)*

Na úvodní záložce Lobby se nabízí tlačítka (vyznačeno od leva nazelenale – Obrázek 6):

- 5) Připojení ke schůzce ID (Join by Meeting ID) - umožňuje uživateli připojit se k naplánované schůzce v Nanome tím, že zadá ID schůzky. ID schůzky vždy poskytuje hostitel místnosti.
- 6) Vytvoření místnosti (Creating a Room) - umožňuje uživateli vytvořit místnost. Nanome umožňuje vytvářet tři typy místností, záleží na tom, kterou licenci vlastní uživatel. Veřejné místnosti (Public Rooms) umožňují v Nanome připojení pro kohokoliv a jsou dostupné ze všech typů licencí. U soukromých místností (Private Rooms), je nastaveno heslo. Místnost uživatele (Single User) funguje v offline



režimu a nemá do ní povolen přístup nikdo další. Soukromé místnosti a místnost uživatele jsou dostupné jen akademickým a podnikovým business licencím.

7) Ukazatel veřejného / soukromého serveru (Public / My Org Server Selector) - ukazuje připojení k veřejnému či soukromému serveru Nanome

### *Záložky Schůzky a Nastavení (Meetings, Settings)*

Další záložka Schůzky (Meetings) umožňuje uživateli spravovat naplánované schůzky a připojovat se k nim.

Poslední záložka Nastavení (Settings) - umožňuje uživateli upravovat některá nastavení na stejnojmenné kartě (např. hlasitost hudby, mikrofonu, hlasu). Některá další nastavení nelze upravovat přímo v aplikaci, ale pouze v konfiguračním souboru (např. hardwarové nastavení rychlosti brýlí, smíšené reality či načítání zdrojových souborů). Konfigurační soubor je uložen ve stejném adresáři jako adresář sestavení aplikace a uživatel jej může otevřít v aplikaci pomocí tlačítka Konfigurace (Configuration) na liště Nastavení (58).

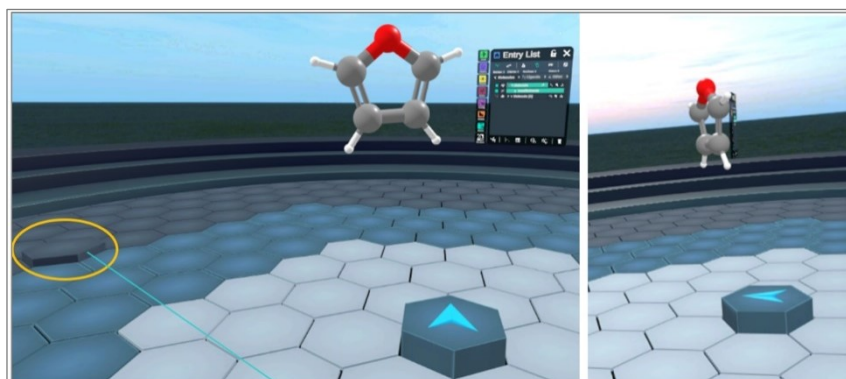
### 3.5.3 Prostředí v Nanome (Environment)

S molekulárními strukturami pracuje uživatel vždy ve stejném virtuálním prostředí (Environment), ať je přihlášen v jakékoliv místnosti, kde si nastaví libovolné prostředí. Základní pracovní postupy, které může využívat při práci se strukturami se nemění, a patří mezi ně: Přemístění (teleportace) avatara uživatele, škálování struktury (zvětšení či zmenšení), manipulace se strukturou (uchopení, přiblížení nebo oddálení).

#### *Teleportace – přemístění (Teleportation)*

Ve VR se uživatel může fyzicky pohybovat nebo má možnost rychlého přemístění (teleportu). Teleportování docílí, když ukáže na vybrané místo na podlaze (vyznačeno žlutě – Obrázek 7), pak stiskne a podrží tlačítko spouští ukazováčkem (59).

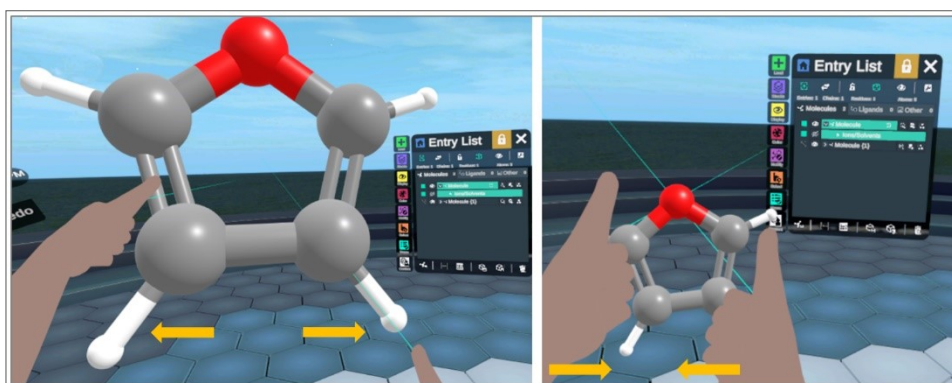
Uživatel má také možnost uzamknout svou pozici (pozici svého avatara) na vybraném šestiúhelníku na podlaze v místnosti pomocí menu na zápěstí (wrist menu), pokud vybere symbol zámku (Edit Position). Pro další změnu pozice avatara pak musí nejprve svou pozici odemknout (Obrázek 7).



Obrázek 7 - Ukázka teleportace uživatele, a) pohled z původní pozice a výběr pole, b) pohled po přemístění

### Škálování – zvětšení a zmenšení (Scaling)

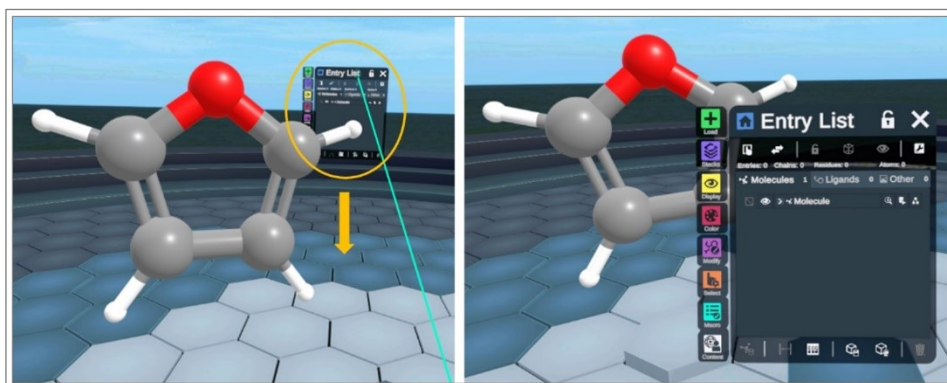
Při práci v Nanome je potřebná a praktická možnost změny velikosti – zvětšení nebo zmenšení molekulárních struktur (Obrázek 8). Pokud uživatel stiskne na obou ovladačích tlačítka grip a přiblíží ovladače k sobě, pak se struktura zmenší (pocitově strukturu stlačuje). Jestliže uživatel naopak ovladače od sebe oddálí, pak se zvětší (pocitově strukturu roztahuje) (59).



Obrázek 8 - Ukázka škálování struktury, a) zvětšení (pohyb ovladači směrem od sebe), b) zmenšení (pohyb ovladači směrem k sobě)

### Uchopení a rozhýbání struktury (Structure Grabbing and Moving)

Manipulace s molekulárními strukturami je v Nanome naprosto nezbytná. Nejprve je potřeba strukturu uchopit (chytit), to je možné z blízka či z dálky. Pokud je molekulární struktura v dosahu uživatele, pak stačí vystřelit ruku a stisknout na ovladači tlačítko grip. Je-li struktura v dálce, pak na ni uživatel namíří paprsek a potom teprve stiskne tlačítko grip. Po uchopení struktury si ji může uživatel pomocí joysticku nebo dotykového panelu na ovladači přibližovat či oddalovat (59).



Obrázek 9 - Ukázka pohybu s menu, a) uchopení menu Entry List, b) přiblížení menu

Uchopit je ve VR prostředí Nanome možné kromě molekulárních struktur i jiné objekty (např. menu, otevřená pole). Dále je pak možní s nimi možné také manipulovat – škálovat je (scaling) a pohybovat s nimi (moving) do stran i je přibližovat či oddalovat (Obrázek 9).

### 3.5.4 Nabídka nástrojů (Tools Menu)

Nanome nabízí pro snadnější ovládání několik nástrojových nabídek – nástroj ruka (Hand Tool), nástroj měření (Measurement Tool), nástroj výběru (Selection Tool), nástroj pro torzi (Torsion Tool), nástroj kreslení a nástroje pro medicínální chemii (MedChem Tool). Některé z uvedených nástrojů obsahují vlastní nabídku dalších nástrojů, které umožňují její plné využití (např. u výběru jen molekulu, řetězec).

Nabídku nástrojů uživatel aktivuje, pokud stiskne a drží tlačítko menu. Pak si kurzorem vybere, který nástroj chce použít nebo bude automaticky zvolen přednastavený nástroj ruka (Hand Tool) – Obrázek 10. Při využívání systému Okulus je možné aktivovat nabídku nástrojů stisknutím a držením tlačítka B na pravém ovladači.

#### *Nástroj ruka (Hand Tool)*

Nástroj ruka (Hand Tool) představuje ukazovátka (podoba laserového paprsku), které vidí všichni v místnosti. Je jím tedy možné ostatním ukazovat na konkrétní body v místnosti. Je základním (výchozím, přednastaveným) nástrojem. Pomocí nástroje ruky se pak zajišťují další interakce (např. chytání, klikání) (60).

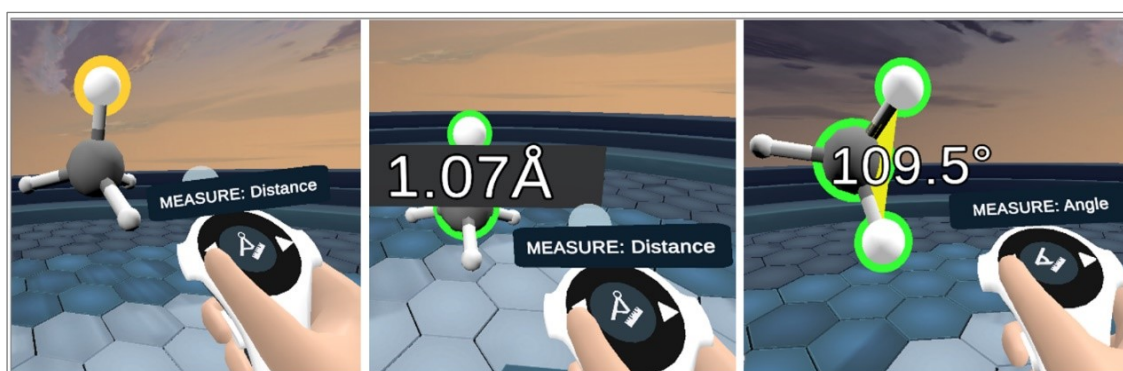
		<b>NÁSTROJ RUKA</b> (ukazovátko, výběr, škálování...)
		<b>NÁSTROJ MĚŘENÍ</b> (délky vazeb, velikosti úhlů)
		<b>NÁSTROJ KRESLENÍ</b> (zápisy rukou na bílou tabuli...)
		<b>NÁSTROJ PRO TORZI</b> (torze otočných vazeb)
		<b>NÁSTROJ VÝBĚRU</b> (označení molekuly a jejích částí)
		<b>NÁSTROJ PRO MEDIC. CHEMII</b> (vytváření a úprava molekul)

Obrázek 10 - Nabídka nástrojů se základními funkcemi

### Nástroj pro měření (Measurement Tool)

Nástroj pro měření (Measurement Tool) umožňuje uživateli měřit metrické vlastnosti v molekulárních strukturách:

- vzdálenosti (délky vazeb mezi atomy) – uživatel vybere a označí dva atomy ve struktuře, jejichž vzdálenost chce znát (Obrázek 11a, b),
- velikosti úhlů (vazební úhly) – označením tří atomů, kde prostřední z vybraných je vrcholem měřeného úhlu (Obrázek 11c) (61),
- velikosti úhlů (dihedrální úhly) – označením čtyř atomů, kde první dva jsou před možnou torzí a druhé dva na druhé straně torze.

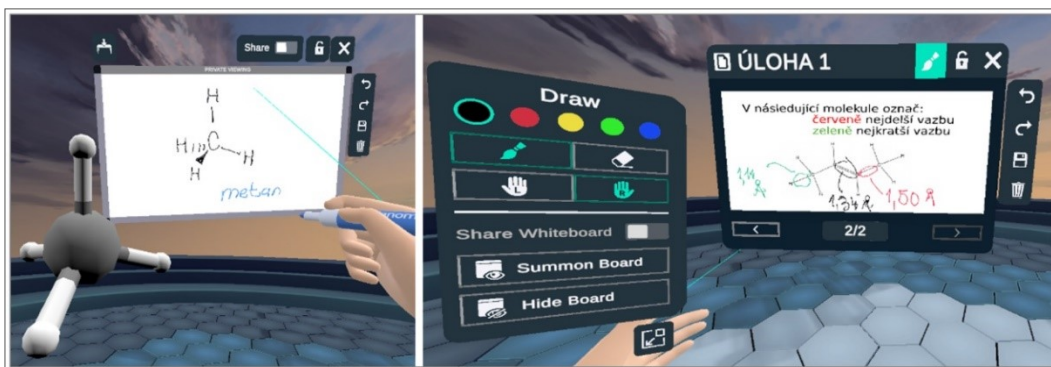


Obrázek 11 - Ukázka nástroje ruka, a) označení vybraného atomu, b) změření délky vazby C-H v metanu, c) změření vazebného úhlu v metanu



### Nástroj pro kreslení (Draw Tool)

Nástroj pro kreslení (Draw Tool) zobrazí bílou tabuli a vloží avatarovi uživatele do ruky fix, aby na ni mohl psát nebo kreslit. Uživatel může zapisovat či gumovat pomocí joysticku (mezi gumou a fixem se přepíná pravým joystickem do stran vpravo / vlevo). Na pravé straně tabule jsou možnosti pro znovu provedení zápisu, zpětvzetí zápisu, a uložení poznámek do souboru ve formátu .png nebo smazání celé tabule (Obrázek 12).

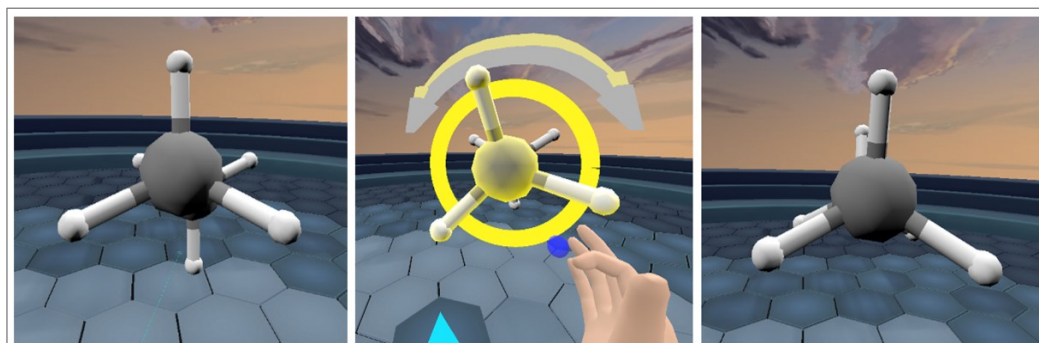


Obrázek 12 - Ukázka nástroje kreslení, a) bílá tabule s poznámkami uživatele, b) vpisování poznámek do načtené prezentace

Tabuli je možné sdílet s ostatními uživateli, pokud přepnete posuvník v horní části nabídky levé ruky. Nabídka levé ruky umožní uživateli tabuli nejen sdílet i skrýt, dále tu lze měnit barvu fixu. Nástroj kreslení (Draw Tool) jde použít pro vpisování poznámek do souborů (obrázkových či formátu .pdf), které byly načteny do pracovního prostoru (62).

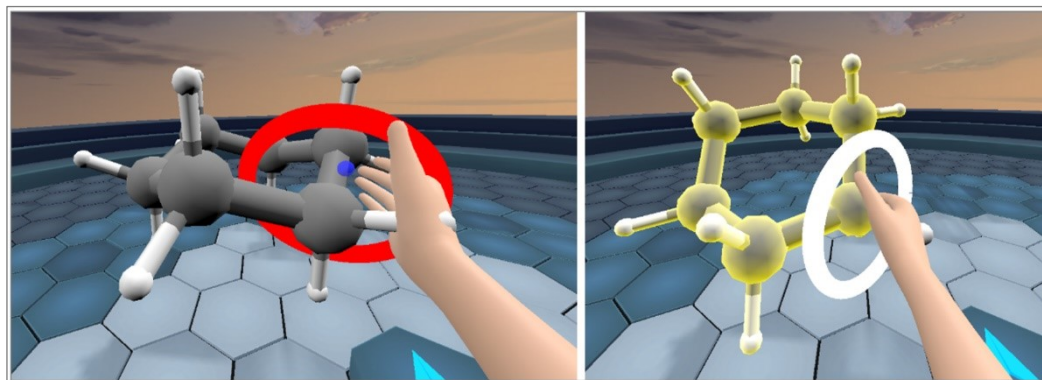
### Nástroj pro torzi (Torsion Tool)

Nástroj pro torzi (Torsion Tool) umožňuje otáčení (torzi) otočných vazeb (Obrázek 13), čímž dochází také ke změně dihedrálních úhlů mezi atomy (63).



Obrázek 13 - Ukázka nástroje pro torzi, a) molekula etanu – nezákrytová konformace, b) užití nástroje pro torzi, c) molekula etanu – zákrytová konformace

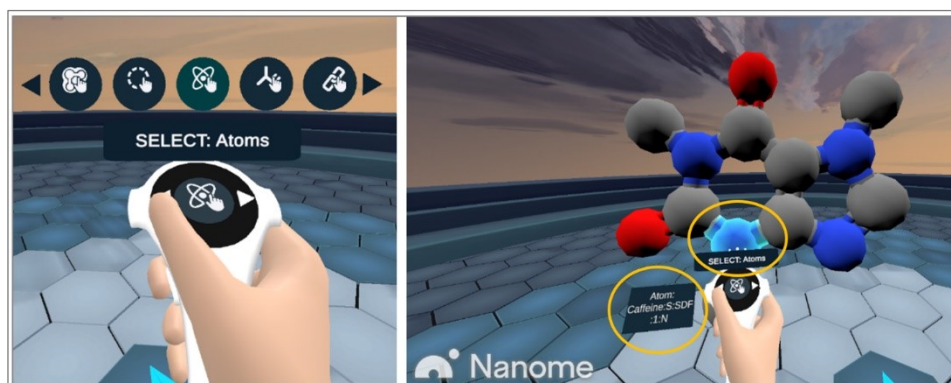
Po výběru nástroje pro torzi se uživateli objeví v ruce (u pravého ovladače) modrá kulička. Kuličku pak uživatel může přikládat na různá místa ve struktuře, kde chce provádět rotaci. Pokud se struktura prosvítí žlutě, může pak uživatel rotaci provést. V případě, že bylo vybráno místo, kde není rotace možná, pak se okolo objeví červené ohraničení (Obrázek 14).



Obrázek 14 - Ukázka nástroje pro torzi, a) červené označení při výběru neotočné vazby, b) žluté označení při výběru místa, kde je rotace možná

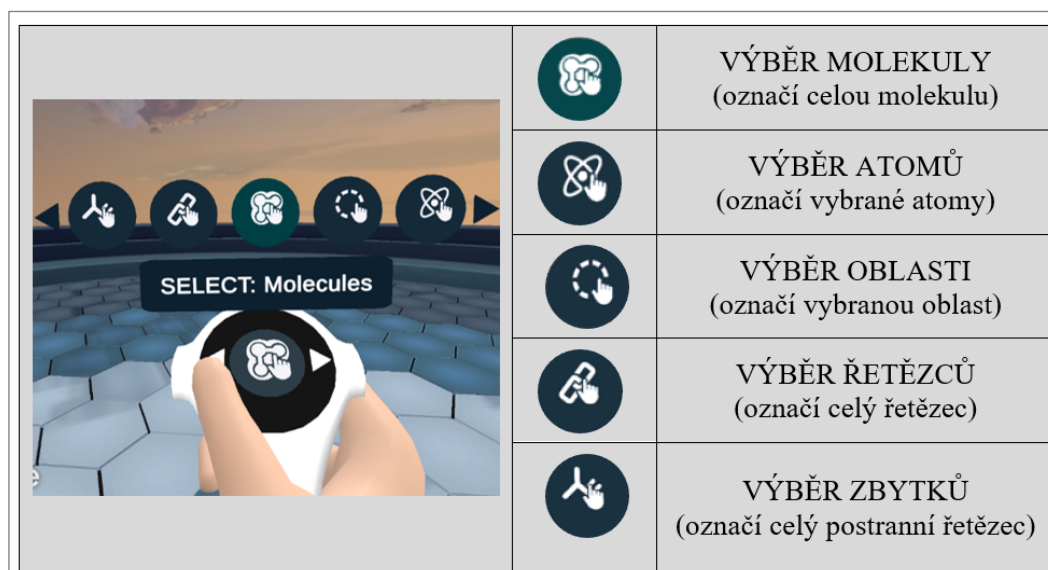
### Nástroj výběru (Selection Tool)

Nástroj výběru (Selection Tool) se používá pro výběr molekulární struktury nebo jejích částí přímo v pracovním prostoru (Obrázek 15). Uživatel může s vybranou a označenou částí molekulární struktury dále pracovat, např. si ji libovolně zviditelnit obarvením (64).



Obrázek 15 - Ukázka nástroje výběru, a) výběr atomů, b) vybraný atom dusíku v molekule kofeinu včetně popisu

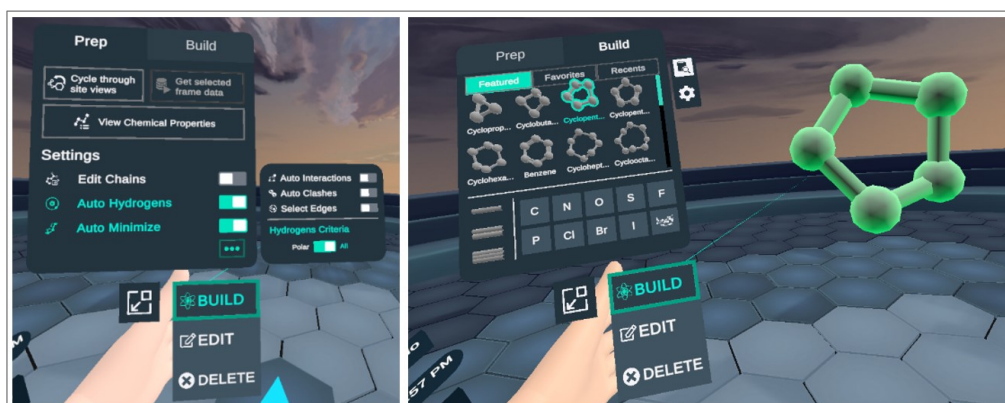
Obsahuje pět možností pro výběr – molekulu (Select Molecules), atom (Select Atoms), postranní řetězce (Select Residues), řetězce (Select Chains) a oblasti (Select Range) – Obrázek 16.



Obrázek 16 - Nabídka výběru se základními funkcemi

### Nástroj pro medicínální chemii (MedChem Tool)

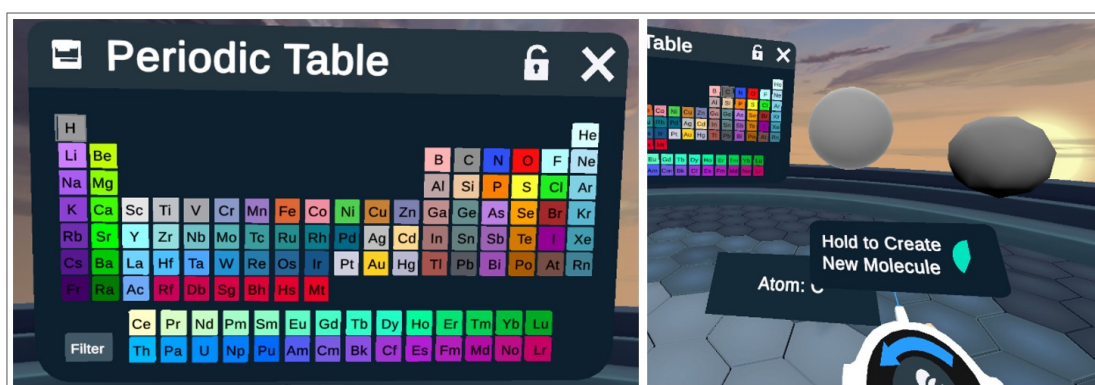
Nástroj pro medicínální chemii (MedChem Tool) poskytuje uživateli možnost pracovat s atomy ve virtuálním prostředí přímo pomocí rukou. Používá základní sadu tří funkcí (65), z nichž každá má řadu možností:



Obrázek 17 - Ukázka nástroje pro medicínální chemii, a) nastavení v záložce přípravy, b) výběr předpřipraveného pentanu v záložce stavby

- Záložka příprava (Prep) - nabízí rychlý přístup k vazebným místům, zobrazení chemických vlastností, umožňuje konfiguraci pomocných funkcí (např. automatickou hydrogenaci, automatickou minimalizaci). Přepínač automatického doplňování vodíků (do struktury) je nutné mít aktivní, pokud uživatel chce zobrazovat atomy vodíku v molekulách (Obrázek 17a).

- Stavba (Build) - pro stavbu molekulárních struktur nabízí okno s předpřipravenými podstrukturami (např. funkční skupiny), druhy vazeb, nejběžněji se vyskytujícími prvky v organických strukturách či samotnou periodickou tabulku prvků. Uživatel si z panelu stavby vybere potřebnou podstrukturu či prvek a při podržení spouští na prázdném místě (či na vybraném místě v molekulární struktuře), tam vybranou podstrukturu umístíte (Obrázek 17b).
- Periodická tabulka (Periodic Table) umožňuje vybrat jakýkoliv prvek a využít ho při stavění nebo úpravách molekulární struktury (Obrázek 18).



Obrázek 18 - Ukázka podnástroje MedChem periodická tabulka, a) periodická tabulka, b) přesun druhého atomu uhlíku z tabulky při stavbě molekuly etanu

### 3.5.5 Hlavní menu (Main Menus)

Jako hlavní nabídky (Main Menus) jsou v Nanome označeny různá další menu. Pouze některé jsou důležité pro potřeby začínajících uživatelů a těm bude věnována v této kapitole větší pozornost, jiná budou přiblížena spíše ve zkratce (např. Omezovač zařízení (Device Limiter) a některá budou vynechána.

#### *Načítací nabídka (Entry List)*

Načítací nabídka zajišťuje nahrání předpřipravených molekulárních struktur, obrázků, prezentací, videí apod. do prostředí Nanome pro další práci. V levé části okna je umístěn seznam položek, které je možné do prostředí nahrávat (66).

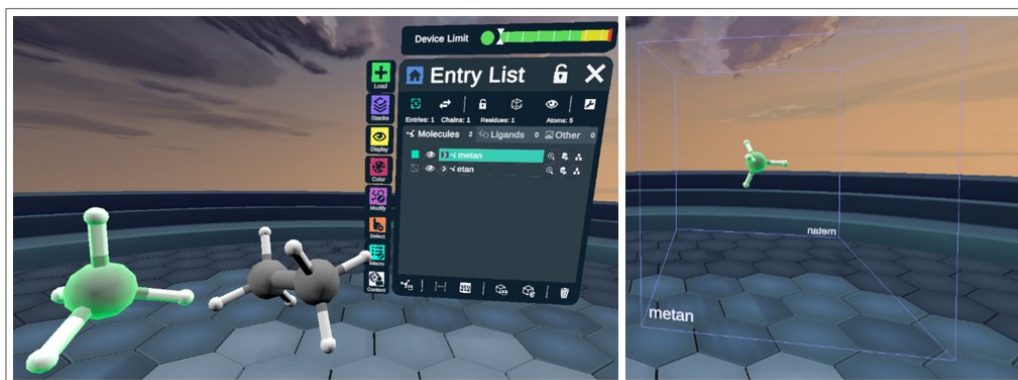


Pokud uživatel nahrál jednu či více molekulárních struktur, pak se mu zpřístupní v okně načítací nabídky tzv. akční tlačítka, jejichž symboliku (vyznačeno žlutě) a stručný popis funkcí popisuje Obrázek 19. Z přehledu jsou vynechány běžné ikony jako je koš (smazání vybraných položek), disketa (uložení daného stavu prostředí) nebo symbol plusu (vytvoření nové prostředí) (67).

		<b>VÝBĚR / RUŠENÍ</b> (umožní / zruší výběr struktur)
		<b>INVERZE</b> (zajistí inverzní výběr)
		<b>ODEMČENÍ / UZAMČENÍ</b> (zajistí / znemožní pohyb položky)
		<b>VIDITELNOST</b> (ukáže / skryje vybraný objekt)
		<b>ORÁMOVÁNÍ</b> (ohraničí / zruší kvádr okolo struktury)
		<b>EXPORT STRUKTURY</b> (exportuje strukturu ve zvoleném formátu)

Obrázek 19 - Vybraná akční tlačítka Načítací nabídky se základními funkcemi

Na Obrázku 20 je znázorněna práce s akčními tlačítky v Načítací nabídce. Kde pracovní prostor obsahuje dvě molekuly a obě jsou v seznamu nabídky spolu se symbolikou viditelnosti a výběru. Nad oknem je vidět omezovač zařízení (Device Limiter) - představuje indikátor, který ukazuje, jak se aktuálně využitý počet atomů blíží maximálnímu využití výpočetní kapacity zařízení. Pokud se počet použitých atomů přiblíží limitu, pak zobrazí potřebné výzvy (68).



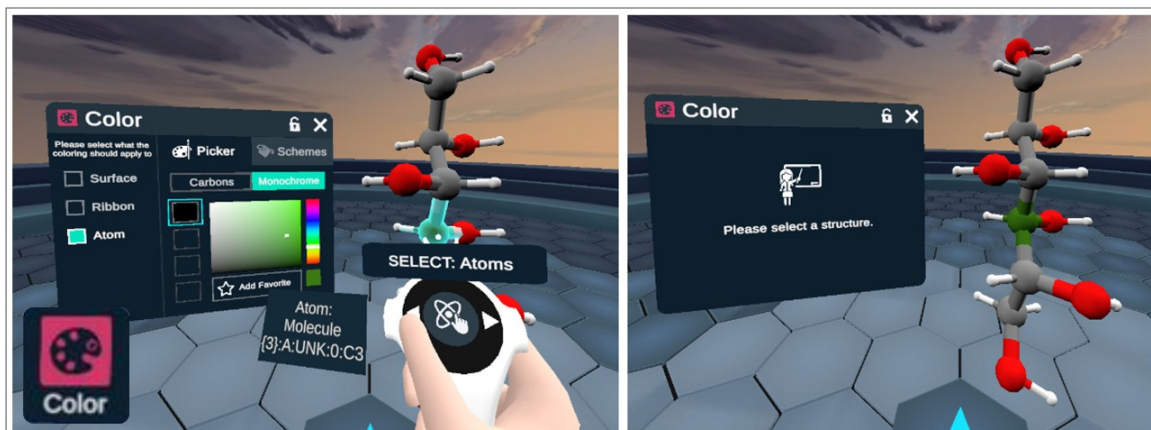
Obrázek 20 - Ukázky práce s akčními tlačítky Načítací nabídky, a) výběr molekuly metanu, b) orámování molekuly metanu

Vlevo od načítací nabídky (Entry Listu) se objevuje sada osmi různobarevných ikon, z nichž každá vyvolá další volby a možnosti. Pro uživatele je vhodné se v symbolice a významu ikon zorientovat, protože se mnohdy objevují i v dalších menu (např. oranžový symbol ruky s vztyčeným ukazováčkem je symbol pro nástroj výběru (Select Tools) viz výše). Vybrané ikony ze seznamu jsou popsány dále.

### *Obarvování (Color)*

Umožňuje vybrat barevný odstín z palety barev a pak ním obarvit vybranou strukturu či její část. Obarvit je možné aplikovat na atom (Obrázek 21), vybranou část struktury nebo povrch. Dále se nabízí volby:

- Políčko Carbons – zajistí obarvení jen atomů uhlíku v celém výběru. Zde se pak nabízí u složitějších struktur řada dalších schémat obarvování jako YRB hydrofobní aj.
- Políčko Monochrome – obarví jednobarevně celý výběr (69).

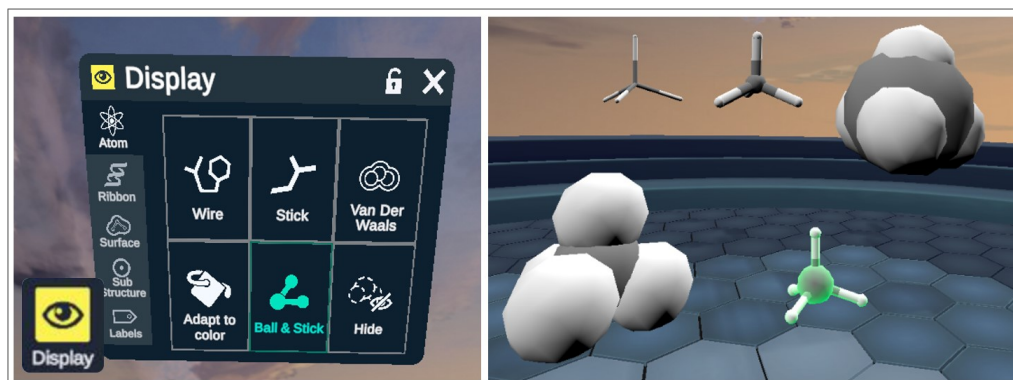


Obrázek 21 - Ukázky obarvování (Color), a) výběr jednoho atomu uhlíku a barvy, b) výsledek po obarvení tmavě zelenou

### *Zobrazení (Display)*

Po výběru ikony zobrazení (Display) se uživateli otevře okno, (Obrázek 22a) s nabídkou všech možných vizualizací molekulárních struktur. V levém sloupci okna je vidět výběr z pěti typů vyobrazení (od atomů, přes povrch až k označování). Pro pochopení funkčnosti nabídky zobrazení stačí vysvětlit jen první, a to možnosti vizualizace molekulové struktury v závislosti na různém vyobrazení atomů, vazeb (Obrázek 22b, popsána nejprve horní řada od leva doprava a stejně pak dolní řada) (70):

- Drát (Wire) – skryje atomy a zobrazí vazby v tenké drátové vizualizaci.
- Tyčka (Stick) – zobrazí malé atomy, vazby ve volumetrické tyčkové vizualizaci.
- Van der Waals – skryje vazby, zobrazí atomy v tenké Van der Waals vizualizaci.
- Adaptivní (Adapt to color) – skryje vazby, velikosti atomů zobrazí úměrně barvě.
- Koule a tyčky (Balls and sticks) – zobrazí atomy jako kuličky, vazby jako tyčky.



Obrázek 22 - Ukázky různého zobrazení (Display) metanu,  
a) nabídka možných zobrazení, b) různá zobrazení metanu uspořádaná podle nabídky

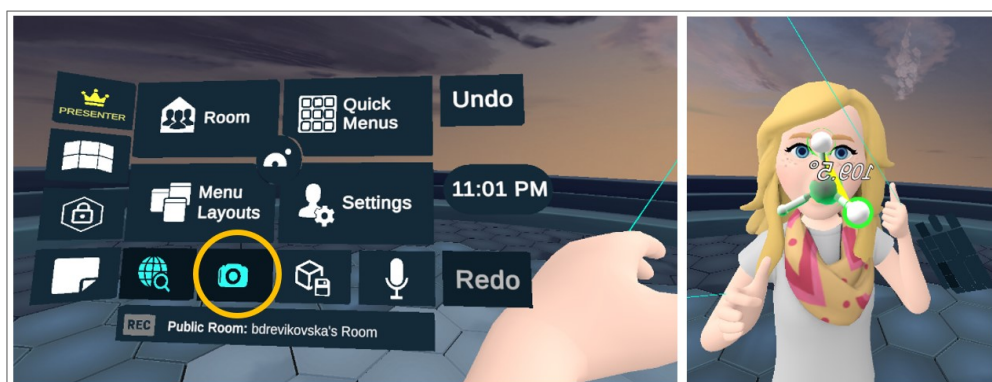
### 3.5.6 Menu zápěstí (Wrist menu)

Menu zápěstí je nabídka, kterou uživatel vidí na svém levém zápěstí. Umožňuje mu přístup k funkcím, které jsou nezávislé na momentálním obsahu pracovního prostředí (71). Některé z těchto funkcí využívají zcela běžnou, intuitivní symboliku jako je momentální čas (stejně jako na běžných digitálních hodinkách), krok vpřed (Undo), krok zpět (Redo), ovládání hlasitosti (symbol mikrofonu), ukládání (symbol diskety), pořízení snímku včetně selfie (Obrázek 23) nebo nahrávání obrazovky (symbol fotoaparátu), používání webového prohlížeče i s vestavěnou virtuální klávesnicí (symbol zeměkoule s lupou) či nastavení (symbol ozubeného kola). Další méně obvyklá či specifická pro používání v Nanome, jsou vyobrazena se stručným popisem na Obrázku 23.

Pod nastavením (ozubené kolo) funguje řada podnabídek (72):

- Nastavení zvuku (Sound Settings) nastavuje hlasitost mikrofonu uživatele, u hlasitosti reproduktoru lze odděleně ovládat hudbu či hlasy v chatu.
- Nastavení uživatele (User Settings) mění styl avatara uživatele včetně jeho vzhledu (ukázka upraveného avatara na Obrázku 23), jména pro obrazovku nebo možnost rotace avatara (stanovení velikosti úhlu pro jeho maximální natočení).

- Nastavení místnosti (Room Settings) umožňuje měnit oblohu, pozadí v místnosti (z přednastavené nabídky). Nastavit, jestli má být vidět podlaha, stal a čas animací oken menu v Nanome.
- Nastavení Stacks (Stacks Setting) zajistí uživateli aktivaci integrovaných doplňků (rozšíření, pluginů) jako je import a export souborů, hydrogenaci či minimalizaci aj.
- Nastavení ovladačů (Controls Settings) ukazuje uživateli jako nápovědu obrázků s popisem funkcí tlačítek na obou ovladačích.



Obrázek 23 - Ukázky práce s menu na zápěstí, a) výběr položky kamery, b) pořízený selfie snímek u nastaveného avatara z položky nastavení

	<b>MÍSTNOST</b> (umožňuje spravovat uživatele)
	<b>NASTAVENÍ MENU</b> (umožní uspořádat otevřená menu)
	<b>RYCHLÁ MENU</b> (otevře menu s vybranými funkcemi)
	<b>POZNÁMKY</b> (aktivuje okno pro poznámky)
	<b>ROZLOŽENÍ OKEN</b> (uspořádá aktivní okna do mřížky)
	<b>PREZENTUJÍCÍ</b> (ukazuje, je-li uživatel prezentující)

Obrázek 24 - Vybrané položky menu na zápěstí se základními funkcemi

Některé položky se specifickými ikonami (Obrázek 24) je vhodné doplnit ještě o podrobnější vysvětlení jejich použití:

- Místnost (Room) zajišťuje rychlou správu účastníků v místnosti – zobrazuje jejich žádosti, umožňuje je přidat či odebrat, teleportovat je, poskytnout jim oprávnění

presentujícího. Dále také ukončit Nanome či rychle vstoupit do menu Lobby (úvodní menu) (73).

- Nastavení menu (Menu Layouts) umožňuje uživateli pracovat s povolenými menu, vybrat je, skrýt je, umístit je do navržené mřížky či je uzamknout (pak nelze s jejich umístěním pohybovat).
- Poznámky (Notepad) otevřou okno s barevným „papírkem“ na poznámky, kam je uživatel smí zapisovat z virtuální klávesnice (nastaví se tři možné velikosti písma) a zapsané pak uložit jako obrázkový soubor (formát .png).
- Rychlá menu (Quick Menus) zobrazí okno se sadou barevných ikon, kdy význam většiny z nich byl již popsán výše (Obrázek 24).

### 3.5.7 Makra v Nanome (Nanome Macros)

Makra umožňují uživateli urychlit jeho práci v Nanome. Obdobně jako se používají v jiných programech, např. v Microsoft Excelu, kde je možné je buď naprogramovat ve Visual Basicu nebo také jen nahrávat. Nahrávání je pro uživatele bez znalosti programování snadné – uživatel jen vykonává s tabulkami činnosti, které potřebuje a Microsoft Excel je za něj sám přepisuje do programu. Popsaný postup také asi nejlépe vystihuje podstatu maker – zautomatizování kroků uživatele (program vykonává kroky za uživatele), čímž zrychlí jeho práci. Tuto možnost ovšem uživatel v Nanome nemá, makra si musí naprogramovat nebo může využít makra, která již naprogramovaná jsou (např. příprava ligandů pro uložení, zvýraznění všech ligandů v prostoru najednou aj. (74). Pak ho uživatel jen spustí jako určitou zkratku, než bude sám pokračovat v činnosti sám.

V Nanome se makra programují v jazyce Lua, který byl navržen jako lehký skriptovací jazyk. Používá se pro různé aplikace – počínaje skripty v hrách, webových aplikacích až po zpracování obrazu. Jedná se o výkonný a rychlý programovací jazyk, který by neměl být obtížný na učení a snadno vložitelný do aplikací, které jej podporují jako je např. Nanome (75).

#### *Sady příkazů podporované Nanome makra*

Speciální příkazy, které je možné využít pro naprogramování maker pomocí Lua v Nanome jsou popsány v tzv. API Documentation (Application programming interface),

kteřá je dostupná na webové adrese (76). Při programování makra jsou speciální příkazy vkládány do běžně používaných algoritmických struktur jazyka Lua (podmínka, cyklus, sekvence, funkce) – vytvoření zdrojového kódu v jiné aplikaci. Program je pak uložený s příponou .lua a nahraný do Nanome, kde lze makro spustit.

Nanome tedy poskytuje jen omezenou sadu funkcí, které pokrývají následující oblasti (76):

- Manipulace s výběrem (Selection manipulation) – zaměří a zvýrazní určité části jednotek. První část sady obsahuje příkazy pro nastavení výběru (např. Selection\_All) a druhá část umožňuje z výběru načítat do seznamů (např. Selection\_GetMolecules()).
- Plánování příkazů (Command shedding) – upravuje téměř 30 příkazy způsob modelování (vykreslování) i obsah výběru
- Manipulaci s molekulami (Molecular manipulation) – načítání a zápis pracovního prostoru, komplexů, molekul, hlavních a postranních řetězců, atomů aj.
- Vyhledávání a nalezení (Search and find) – snadné vyhledávání a nalézání komplexů, molekul, hlavních a postranních řetězců, atomů aj. (např. Search\_GetResidues(">>HOH") vytvoří seznam všech zbytků HOH, se kterými je možné dál pracovat).
- Manipulace s nabídkami (Menus manipulation) – hledání, načítání, přesouvání, natáčení a zamykání uživatelských nabídek (např. Menu\_Setlock,(Entry, true)) uzamkne menu Entry v dané pozici a uživatel nebude možnost sním bez odemčení manipulovat).
- Manipulace s uživatelem (User manipulation) - hledání, načítání, přesouvání, natáčení a zamykání avatara uživatele, který používá makro.
- Manipulace s úložištěm (Store manipulation) – ukládání (nahrávání) stavů mezi jednotlivými makry.
- Primitivní typy (Primitive types) – základní typy funkcí, které využívají další různé API funkce.
- Manipulace se systémem (Network manipulation) – obsahuje základní funkce pro zápis a načítání souborů lokálně.



### 3.5.8 Hlasové příkazy (Voice Command)

Nanome může být ovládán hlasem. Nejprve je potřeba ovládání hlasem aktivovat, a to stisknutím tlačítka Y na levém ovladači nebo zřetelným vyslovením "OK". Po úspěšné aktivaci je možné do mikrofonu v headsetu spouštět příkazy vyslovením. V tabulce jsou uvedeny některé dostupné hlasové příkazy a jejich kombinace (77).

*Tabulka 1 – Přehled hlasových příkazů a jejich kombinací*

<b>Příkazy pro ovládání menu</b>	(např. „Open Tools menu“)
Open / Close ...*	* all menus; Edit menu; Color menu;...
Lock / Unlock...*	* all menus; Edit menu; Color menu;...
<b>Příkazy výběru</b>	<b>(např. „Duplicate selection“)</b>
Select / Deselect ...*	* all
Invert/ Split / Duplicate / Delete ...*	* selection
Export	
<b>Příkazy pro zobrazení</b>	<b>(např. „Show Labels“)</b>
Show / Hide / Toggle ...*	* all; Selection; Atoms; Ribbons; Surfaces; Labels; Boxes; Waters; Hydrogens
Display using...*	* Stick view; Wire view; Ball and stick view; Van der Waals view
<b>Příkazy pro zobrazení ve VR</b>	<b>(např. „Zoom“)</b>
Zoom	
Centre	
Gridlock	
Align	
<b>Příkazy u výpočtů</b>	<b>(např. „Clear measurements“)</b>
Clear ...*	* measurements; clashes; h-bonds
Run minimalization	
<b>Různorodé příkazy</b>	<b>(např. „Mute Microphone“)</b>
Open camera	
Request presenter	
Mute / Unmute ...*	* Microphone
Turn music on / off	
Yes / No / Cancel	(Prompty odpovědí)
<b>Příkazy obarvování</b>	<b>(např. „Change color to Clear“)</b>
Change color to ...*	* Black; Blue; Cyan; Clear; Gray; Green; Light blue; Magenta; Orange; Pink; Purple; Red; Teal; Turquoise; Violet; White; Yellow

### 3.6 Anketa

Pro ověření praktické části jsem se rozhodla použít anketu. Anketu často veřejnost považuje za prosté dotazování technikami s danými standardy. Pro veřejnost odbornou se používá užší pojetí tohoto pojmu, kdy se respondentům zadávají jednoduché otázky, přičemž jejich počet a výběr je povětšinou libovolný a nepodléhá žádné kontrole. Proto také je využití této metody omezené (78). Oproti anketě má dotazník několik důležitých znaků. Jeho záběr by měl být více detailní s promyšlenými odbornými otázkami a přesně definovanou skupinou respondentů (79). Jestliže se v anketě kladou respondentům častěji uzavřené otázky, vyžadující odpověď ano-ne, popřípadě předepsané odpovědi, z nichž respondent vybírá jednu či více možností, musí být dotazník propracovanější s uzavřenými i otevřenými otázkami, ale také přesnějšími výsledky (79).

Anketu lze obzvláště v současné době realizovat různými způsoby v závislosti na rozvoji informační techniky. Pro její vyhodnocení se používá řada metod. Jedna ze základních je Likertova škála, schopná měřit a stanovit různé postoje. Vyžaduje uzavřené odpovědi s odstupňovanou mírou souhlasu (80). Počet předdefinovaných odpovědí je různý. Nejmenší možný počet jsou dvě odpovědi, naprosto souhlasím a vůbec nesouhlasím. Nejčastěji se pak používají čtyři až sedm odpovědí, v nichž je míra souhlasu odstupňovaná (81). V rámci Likertovy škály ale nelze zkoumat více věcí, vyžaduje, aby zjišťovala odpovědi pouze na jednu skutečnost. Doporučuje se také zadat sudý počet odpovědí, protože respondent nemá možnost zadat prostřední odpověď, která často vyjadřuje střední míru souhlasu. Ten je často ukazuje na respondentovu nerozhodnost (82).

Likertova stupnice má řadu výhod i nevýhod. Mezi její nesporné výhody patří právě odstupňovanost odpovědí účastníků průzkumu, protože ti nedávají pouze souhlas či nesouhlas, ale také je přesnější než otevřené odpovědi, často těžko porovnatelné (83). Další výhodou je srozumitelnost. Odpovědi jsou totiž tak jasné, že by neměly respondenta zmást. Likertovu stupnici lze tak poměrně snadno aplikovat na celou řadu průzkumů (84).

Každá metoda má své nevýhody. Mezi nevýhody uváděné u této Likertovy stupnice je přílišná subjektivita. Pro jednotlivé respondenty totiž nemusí znamenat rozhodně souhlasím to samé, co pro jiné, kteří by tu samou odpověď vyjádřili jako spíše souhlasím. Další nevýhodou představuje možné riziko určité autocenzury respondenta, který se raději vyhýbá krajním odpovědím, což může zkreslit výsledná data (83).



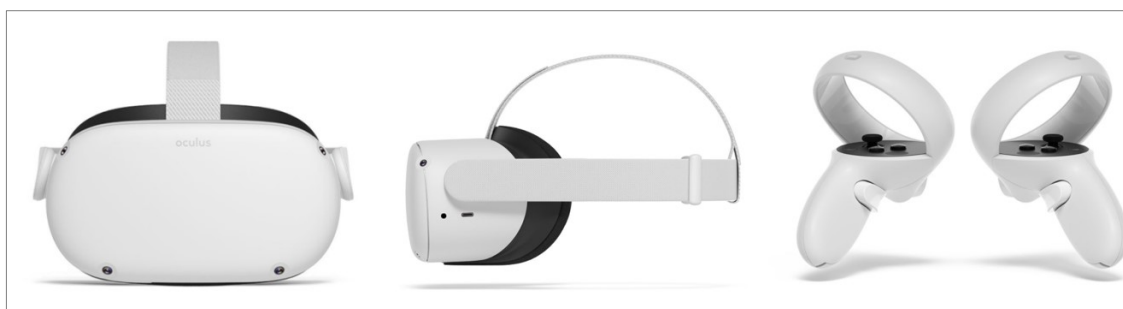
## 4 PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část je zaměřená už na popsání koncepce vytvořených učebních úloh pro práci ve virtuální realitě v Nanome, dále na jejich představení vybrané učební úlohy a také způsob ověření prostřednictvím ankety. Také jsou zde věnovány kapitoly technickému vybavení (headset s ovladači a software), které bylo použité.

V dnešní době je naše školství často zmiňované v souvislosti s tím, že nepřipravuje žáky pro jejich budoucí povolání, protože nedokáže držet krok s technickým pokrokem a vývojem zejména informačních technologií. Dále se řeší, že žáky zahlcuje teorií a málo se orientuje na praktické úlohy. Právě proto byl pro tuto práci vybraný program Nanome – jedná se o profesionální nástroj s perspektivou dalšího vývoje. V učebních úlohách tedy není prostředí Nanome využíváno jen ke zobrazení 3D (trojrozměrných) modelů molekulárních struktur, což sice rozvíjí názornost, ale nepodporuje další tvoření a bádání. Proto v připravených úlohách jsou využívány další silné stránky prostředí, jako je možnost manipulace se strukturami a jejich vlastní vytváření.

### 4.1 Použité VR brýle

Při tvorbě i ověřování materiálů v Nanome byly využity brýle pro virtuální realitu, které fungují samostatně (headset) Meta Quest 2, které je možné zakoupit i na Alza.cz za 8 990 Kč (128 GB, srpen 2024) (85) nebo 11 490 Kč (256 GB, srpen 2024) (86). Tento headset se díky cenové dostupnosti není již využíván jen v oblasti profesionální (simulace v různých oborech), ale stal dostupným u veřejnosti (zejména díky hernímu průmyslu) i ve školním prostředí.



Obrázek 25 - Headset Meta Quest 2, a) čelní pohled, b) boční pohled, c) ovladače – převzato z (87)

Brýle Meta Quest 2 (Obrázek 25) jsou bez hardwarových požadavků, protože se jedná o tzv. headset s integrovanými senzory („all-in-one VR“). Headset nese označení 6DoF a rozlišuje tedy šest druhů pohybů hlavy a těla. Detekované pohyby přenáší, bez použití externích čidel, s realistickou přesností do VR. O výkon headsetu se stará procesor Qualcomm Snapdragon XR2 spolu s operační pamětí RAM o velikosti 6 GB. Brýle mají vlastní úložiště o velikosti 128 GB (příp. 256 GB).

Brýle se na hlavu upínají nastavitelným páskem jsou maximálně odlehčené, díky tomu, že nevyužívají externí snímače pohybu. Uživatele neomezuje v pohybu a jejich pohodlnější používání zajišťuje nastavitelný ergonomický parametr IPD (Inter-Pupillary Distance – vzdálenost mezi očima). Dva LCD displeje s vysokým rozlišením  $1832 \times 1920$  px pro každé oko (celkově tedy  $3664 \times 1920$  px) poskytují věrný obraz se sytými barvami a realistickými detaily. Vestavěné reproduktory zajišťují uživateli 3D poziční zvuk (87).

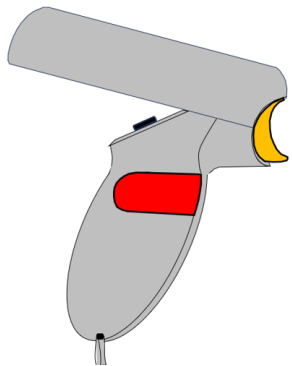
Kvůli bezpečnosti uživatele je Meta Quest 2 vybaven ochranným systémem, který snímá místnost. Uživatel při zapnutí headsetu musí vymezit hranice pohybu. Nejprve nastaví úroveň podlahy dotykem ovladač a pak si ovladači vymezí vlastní prostor (před i za sebou, vpravo i vlevo) nebo využije možnosti přednastavené stacionární hranice (automaticky nastavený kruh). Nově také funguje přechod z VR do AR – uživatel začne vidět ven z virtuálního světa. K přechodu dojde, pokud uživatel opustí na začátku definovaný bezpečný prostor, nebo dvojnásobným poklepnutím na stranu brýlí.

Samozřejmě není problém použít i navazující model brýlí Meta Quest 3, která mají mnohá vylepšení (např. vyšší rychlost díky procesoru a vyšší operační paměti, delší výdrž nabití, rozlišení 8K pro sledování videa v rozlišení 8K, možnost koupě modelu s pamětí 512 GB) včetně ergonomických úprav (88).

#### 4.1.1 Ovladače (Quest2 Touch controllers) a jejich používání v Nanome

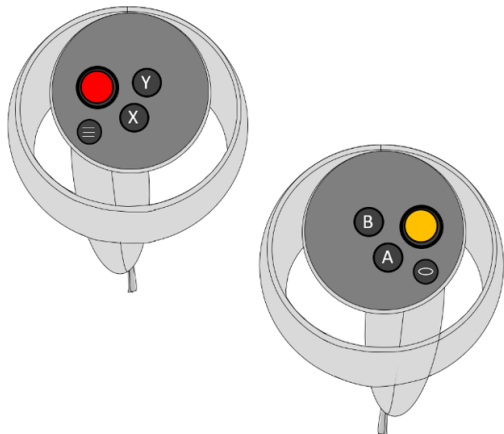
Headset je doplněn dvěma bezdrátovými ergonomickými ovladači rukou (Quest 2 Touch controllers), s technologií Touch může uživatel používat vlastní ruce ve virtuální realitě. Ovladače mají intuitivně rozmístěné ovládací prvky (tlačítka a joystick). Systémem Oculus Insight s ovladači přenášejí reálné pohyby v plném rozsahu ( $360^\circ$ ) do virtuální reality a umožňují uživateli zapojit celé tělo. Headset je také možné ovládat bez ovladačů a to gesty (89).

Práce ve virtuálním prostředí Nanome je pro uživatele bez ovladačů (používání vlastních rukou) nepředstavitelná. V některých situacích se rozlišuje používání pravého a levého ovladače (pravý je využíván více), někdy je potřeba s oběma ovladači současně (např. škálování). Dvě tlačítka – trigger (spoušť) a grip – jsou umístěna na rukojeti ovladače a ovládají se tak zcela intuitivně ukazovákem a prostředníčkem. Jejich základní použití v Nanome popisuje Obrázek 26.

	Tlačítko <b>TRIGGER</b> (spoušť)	Stisknutí umožňuje interakci s položkami menu, tlačítky, používat laser jako ukazovátko...
	Tlačítko <b>GRIP</b> (úchop)	Držení na obou ovladačích umožňuje uchopit objekt a měnit jeho velikost (škálovat).

Obrázek 26 - Tlačítka trigger (spoušť) a grip na ovladačích s popisem ovládání v Nanome

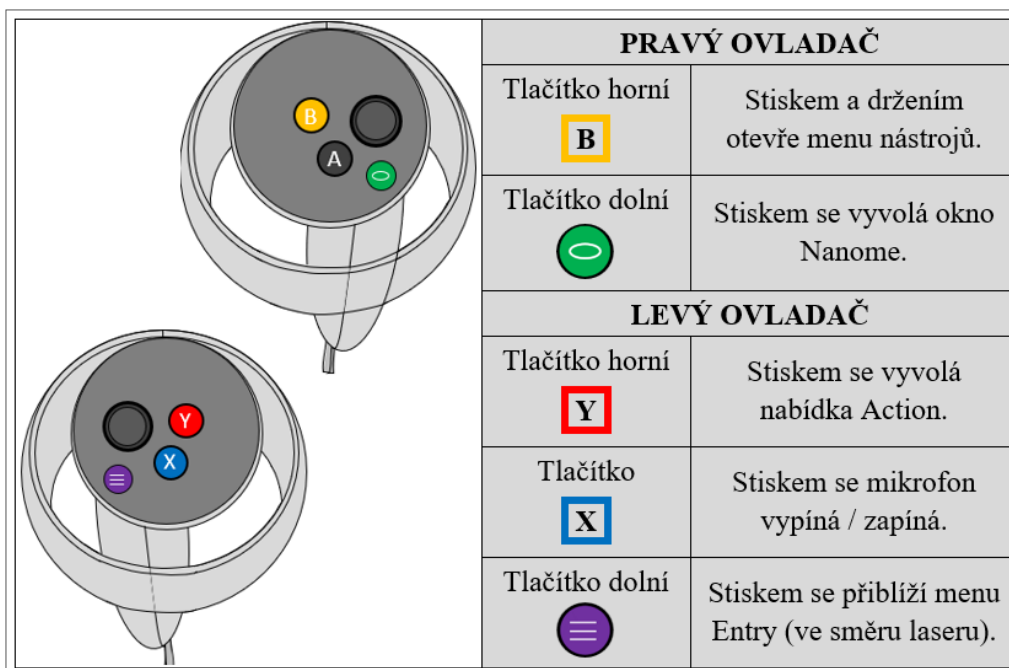
Palci se ovládají joysticky, které jsou u obou ovladačů umístěny na kruhové ploše nad rukojetí. Joystick je nejvyšší a umístěn na levém ovladači uprostřed levé poloviny plochy. Pohybovat ním je možné všemi směry (360 °) v rovině rovnoběžné s plochou, na které je umístěn. Používání jednoho joysticku (např. levým se ovládá nástroj pro medicínální chemii) či obou (např. přibližování) je znázorněno na Obrázku 27.

	Joystick <b>PRAVÝ</b>	Směřovat vpravo / vlevo při používání nástrojů pro přepínání mezi nimi.
	Joystick <b>LEVÝ</b>	Směřovat vpravo / vlevo při používání nástroje pro Medicínální chemii k pohybu v tabulce.
	Joysticky <b>L + P</b>	Směřovat nahoru / dolů pro oddálení / přiblížení drženého objektu.

Obrázek 27 - Joysticky na ovladačích s popisem ovládání v Nanome

Ostatní tlačítka na kruhové ploše, rozmístěná v blízkosti joysticku, se také ovládají palci. U některých se rozlišuje stisk a držení (např. B), jindy tlačítko stiskem buď

vypne nebo zapne danou funkci (např. X). Zobrazení jednotlivých tlačítek, s barevným zvýrazněním a popisem ukazuje Obrázek 28.



Obrázek 28 - Tlačítka na kruhové ploše ovladačů s popisem ovládání v Nanome

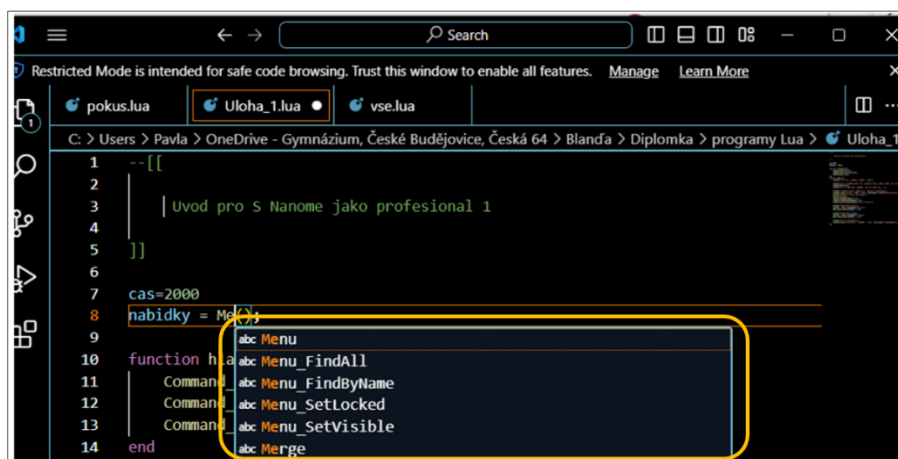
## 4.2 Použitý software

Pro přípravu aktivity ve virtuálním prostředí v Nanome a zpracování ankety ke zjištění zpětné vazby bylo využito několik aplikací – Chem Sketch, Microsoft PowerPoint (MS PowerPoint), MS Forms, MS Excel, Nanome a Visual Studio Code (VS Code) s nainstalovaným rozšířením jazyka Lua.

### 4.2.1 Programování maker v jazyce Lua s využitím VS Code

Všechny aktivity začínají spuštěním vytvořeného makra v Nanome, které uvádí respondenta do problematiky, nahraje mu potřebné struktury a otevře vybrané nabídky. Makra musela být programována v jazyce Lua, který byl po instalaci implementován do uživatelsky přátelského prostředí Visual Studio Code. Nejprve bylo potřeba stáhnout si aktuální binární soubory Lua z oficiálních stránek (90), které bylo nutné nechat extrahovat (rozbalit) do vybrané složky v počítači. Dále bylo vhodné nastavit v operačního systému systémovou proměnnou PATH pro snadnější spuštění programů.

Následovalo stažení a nainstalování VS Code z oficiálních stránek (91), kam bylo nainstalováno rozšíření pro Lua. Programování ve VS Code je efektivní a mnohem pohodlnější, protože nabízí IntelliSense (poskytuje automatické doplňování kódu a nápovědu, zvýrazněno žlutě na Obrázku 29). Tak výrazně zrychluje psaní kódu a snižuje počet syntaktických chyb. Další výhody jako debugging (při ladění kódu efektivní hledání a opravování chyb krokováním), které ovšem nebylo využíváno, protože program nebylo možné odladit prostřednictvím integrovaného terminálu – bylo nutné jej vždy vyzkoušet přímo ve virtuálním prostředí Nanome.



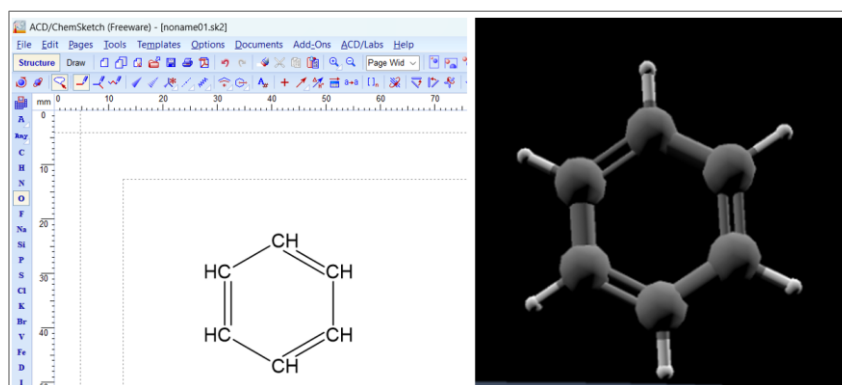
Obrázek 29 - Ukázka IntelliSense při psaní kódu ve VS Code jazykem Lua

Programy v jazyce Lua je možné psát či upravovat i bez uváděných instalací, a to pouze psaním kódu přímo v jednoduchém textovém editoru bez formátování (např. Poznámkovém bloku (NotePad)). Zapsaný program je pak nutné uložit s příponou .lua.

#### 4.2.2 Vytváření podkladů a prezentací pro jednotlivé úkoly

Poslední hláška (informace) makra pro respondenta ho odkazuje na další informace a pokyny v prezentaci. Prezentaci si respondent otevře v Nanome, kam se načítá ve formátu .pdf. Umožňuje tak do ní respondentovi na příslušné snímky s úkoly zapisovat výsledky jako fixou na tabuli. Prezentace byla vytvořena v MS PowerPoint a exportována do formátu .pdf ještě před nahráním do VAULTU. Prezentace si totiž jinak Nanome převádí do uvedeného formátu sám, ale obvykle dojde rozhození informací či změnám ve formátech písma.

Na snímcích jsou používány strukturní vzorce, které byly kresleny v aplikaci ChemSketch (Obrázek 30a). Jedná se o freeware software, pokud je používán k nekomerčnímu použití, a stažen z oficiálních stránek ACD/Labs (92). Aplikace usnadňuje a urychluje kreslení molekul, schémat i chemických diagramů. Dále jsou na snímcích pro názornost používány molekuly vytvořené přímo v Nanome (Obrázek 30b). Některé modely byly vytvořeny, protože je nebylo možné vyhledat ve výše uvedených databankách nebo nesplňovaly všechny požadavky pro splnění zadaného úkolu (např. nevyobrazovaly druhy vazeb nebo atomy vodíku).



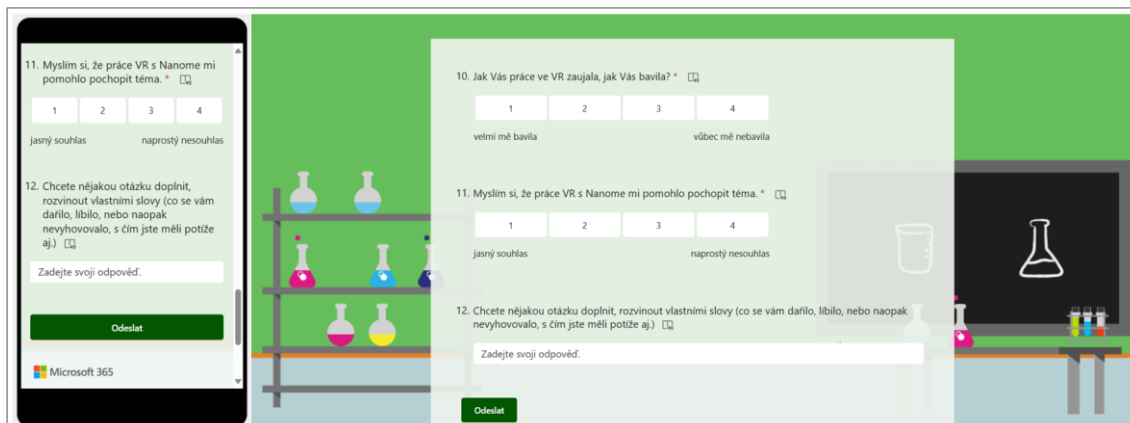
Obrázek 30 - Ukázka vytvořené molekuly benzenu, a) strukturní vzorec v ChemSketch, b) 3D model v Nanome

#### 4.2.3 Tvorba, distribuce a sběr ankety

Na závěr aktivity respondent vyplňoval připravenou anketu, která byla vytvořena v aplikaci MS Forms, která umožňuje rychlý sběr dat online formou (od respondentů, kterým je nasdílen odkaz). Během sběru dat, je možné sledovat online průběžné výsledky, včetně jednoduchého grafického zpracování. Sebraná data jsou pro další úpravu rychle a snadno exportována ve formátu .xlsx pro možné statistické zpracování v aplikaci MS Excel.

Anketu bylo možné vyplňovat online přímo v Nanome, který obsahuje jednoduchý webový prohlížeč (Web Browser) (většina otázek byla uzavřená a výběr odpovědi byl vždy jen potvrzením volby), případně na počítači nebo v mobilním telefonu. Dotazníky a ankety, tvořené ve MS Forms, jsou responzivními weby, proto se jejich zobrazení přizpůsobí zvolené platformě (viz Obrázek 31). Aplikace MS Forms také umožňuje větvení otázky, díky čemuž se přizpůsobuje do jisté míry odpovědím respondenta. Výhodou také je, že prostředí pro sběr odpovědí je jednak intuitivní a

spousta žáků a studentů ho zná z vlastní zkušenosti z dob uzavření a omezení škol spojených koronavirem.



Obrázek 31 - Ukázka ankety vypracované v MS Forms, a) v mobilu, b) na počítači

### 4.3 Konceptce učební úlohy

Jedním z cílů práce bylo vytvořit učební úlohy s využitím programu Nanome. Vzhledem k tomu, že výuka v Nanome pro žáky není běžná a nebyla tedy dostupná žádná metodika, kterou by bylo možné převzít. Při vytváření se vycházelo z aktivit, které by si žáci v Nanome měli osvojit a poznat. Učební úlohy, které jsou založeny na aktivitách prováděných ve virtuální realitě v prostředí Nanome, mají určitá specifika. Tyto skutečnosti je potřeba zohlednit již při tvorbě učební úlohy:

- Výuková aktivita ve VR musí být z bezpečnostních důvodů časově omezena, aby se předešlo zbytečnému vyvolání kybernevolnosti. S tím souvisí nároky na nižší počet úkolů, které má respondent vyřešit.
- Virtuální realita je oproti běžnému využívání výpočetní techniky (tablet, mobil, počítač) novinkou, a to i pro mladé. Proto je potřeba zohlednit dostatek časové prostoru pro osvojení si manipulace s headsetem a ovladač. Poskytovat dostatečné nápovědy k ovládní.
- Nanome je profesionální nástroj, čemuž odpovídá jeho robustnost a náročnost ovládní. Jen na samotné prostředí a jeho ovládní si musí uživatel nejprve zvyknout. Důležité je uživateli nejprve prostředí představit. Nabízejí se dvě možnosti – sledovat učitele, který pomalu s komentářem ukáže základní úkony (např. výběr struktury, její uchopení, manipulaci se strukturou, její skrytí) nebo základní úkony pustit jako video. První vlastní zkušenost pak respondent získá

zvládnutím základního tutoriálu v Nanome (viz dále). Následně si je pak procvičí v úvodu připravené prezentace, aby mu pak jejich nezvládnutí nebránilo v plnění připravených úkolů.

- Motivace je při učení důležitým faktorem, což je třeba zohlednit při tvorbě učebních úloh. Na začátku užívání VR v Nanome není cílem odradit respondenta skutečností, že jeho znalosti chemie jsou nedostatečné a že první nahranou strukturu ani nepozná (vyděsí ho). Před splněním úkolu je tedy respondentovi v prezentaci učivo vždy jednoduše a názorně vysvětleno (připomenuto). Program mu při plnění vlastního zadaného úkolu umožňuje své poznatky si na molekulární struktuře prakticky ověřit, případně je teprve objevit. Úkoly je potřeba zařazovat od nejjednodušších.

Z výše uvedených důvodů mají všechny vytvořené učební úlohy stejnou skladbu, aby uživatel postupně získával jistotu jak při používání headsetu s ovladači, tak při ovládání prostředí Nanome. Při opakovaném používání by tak bylo možné zvyšovat obtížnost chemických úloh. Každá navržená úloha je tvořena ze dvou základních příprav:

- Makro, které uvede respondenta zobrazenými hláškami do problematiky, nahraje mu potřebné molekulární struktury a připraví nastavení struktur a prostředí.
- Prezentace (uložena ve formátu .pdf), v níž jsou připraveny snímky s vysvětlenou teorií, se samotnými úkoly a nápovědami k nim.

Jednotná struktura navržených úloh také umožňuje zájemcům, kteří mají přístup k Nanome a headsetu VR, vytvářet si další vlastní aktivity. Protože stačí upravit si prezentaci v MS PowerPoint a zdrojový kód makra v Poznámkovém bloku.

#### 4.3.1 Skladba učební úlohy

Když byl brán ohled na výše uvedené skutečnosti, spolu s možnostmi Nanome, byla navržena chronologická skladba pro přípravu učebních úloh (Tabulka 2).



Tabulka 2 - Chronologický návrh skladby učebních úloh

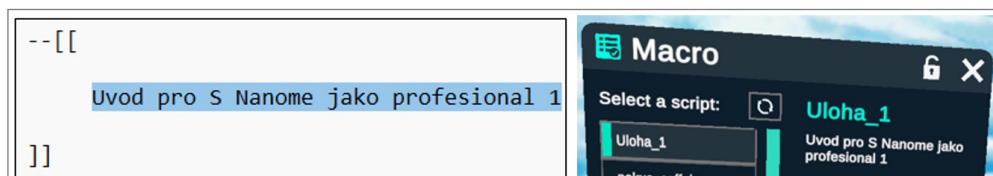
Prostředí	Náplň	Poznámky, pomůcky
Mimo VR	Zopakování zásad BOZP při práci s VR. Ukázka headsetu a ovladačů, včetně jejich ovládání. Předání přihlašovacích údajů do Nanome.	Promítnutí na počítači (dataprojektoru) nebo Předání ve vytištěné podobě.
	Ukázka potřebných úkonů v Nanome, pro jejich představení nebo připomenutí.	Předvádí učitel na počítači (dataprojektor) nebo videozáznam.
Ve VR	Nastavení bezpečnostních hranic, připojení headsetu k internetu a otevření aplikace Nanome. Přihlášení do Nanome.	Přihlašovací údaje.
	Základní tutoriál.	Jen na poprvé nebo když je potřeba připomenout.
Ve VR	Spuštění makra a jeho projití (má automatické časování, ale je možné ho spustit opakovaně).	Nahrání vytvořeného makra na úložiště.
Ve VR	Spuštění prezentace a její procházení (každý pracuje vlastním tempem, může se vracet i snímky přeskakovat).	Nahrání vytvořené prezentace na úložiště.
Mimo VR	Vyplnění ankety online (každý pracuje svým tempem, zájemci mohou vyplnit i v Nanome) *	Odkaz, příp. QR kód. Pouze po první úloze.
	Shrnutí a vyhodnocení (možná diskuse).	
	Úklid headsetů s ovladači.	

\*Je možné nahradit vlastní anketou, testem (pro zopakování či procvičení).

### 4.3.2 Příprava maker

Makro je samozřejmě pohodlnější psát pomocí VS Code, ale není žádný problém jej upravovat (přepisovat v obyčejném Poznámkovém bloku) – vždy je ovšem nutné ho uložit s příponou .lua. Pak ho nahrát do vybraného úložiště, ze kterého se pak otvírá v Nanome. Příkazy použité v makrech jsou dále stručně vysvětleny a na obrázcích jsou vždy světle modře podbarveny texty, jejichž obsah si může kdokoliv podle potřeby přepsat.

Úvodní část kódu není nutná, zobrazí se při načtení makra do Nanome jako informace o obsahu makra pro uživatele – píše se mezi zdvojené hranaté závorky (Obrázek 32) Jedná se o označení víceřádkových komentářů. Kratší (jednořádkové) komentáře se píšou jen za dvě pomlčky za sebou, ty byly využity ve zdrojovém kódu makra v přílohách. Podle této informace se uživatel rozhodne, jestli makro spustí pomocí tlačítka RUN.



Obrázek 32 - Úvod makra, a) kód, b) ukázka funkčnosti kódu v Nanome

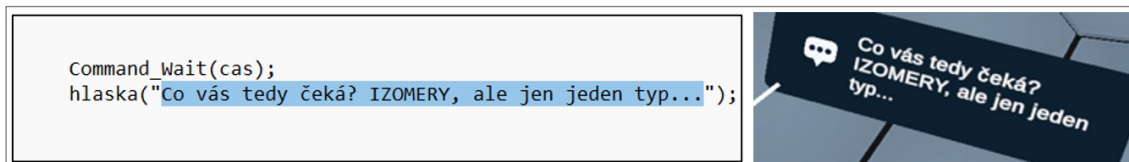
Dále je deklarována proměnná (proměnná s názvem `cas`), využívá následující funkci pojmenovanou `hlaska`. Do proměnné `cas` je načtena číselná hodnota – počet milisekund, na kterou se činnost průběh makra pozastaví (Nanome čeká a samo nic neprovádí). Funkce `hlaska` zajišťuje zobrazování napsaných informací uživateli, který spustil makro. Čas je tedy potřeba mít nastavený na tak dlouhou dobu, aby si uživatel informaci stihl přečíst (Obrázek 33).

```
cas=2000 --hodnota času je nastavena na 2000 ms

function hlaska(text)
  Command_Wait(cas/2);
  Command_Notification(text);
  Command_Wait(cas);
end
```

Obrázek 33 - Nastavení časového intervalu čekání a funkce `hlaska` v makru

Zbytek programu je obsažen ve funkci main(), v níž se objevuje kombinace pouze několika příkazů pro vykonání potřebných činností v Nanome. Nejčastěji se objevuje volání funkce hlaska(), kde je v závorce na místě argumentu vepsán text, který si přeje zobrazit uživatel makra (Obrázek 34). Před funkcí je ještě přidán příkaz na sečkání na 2 s, protože byl respondentovi v předchozí hlášce položen dotaz (dostal čas na rozmyšlení).



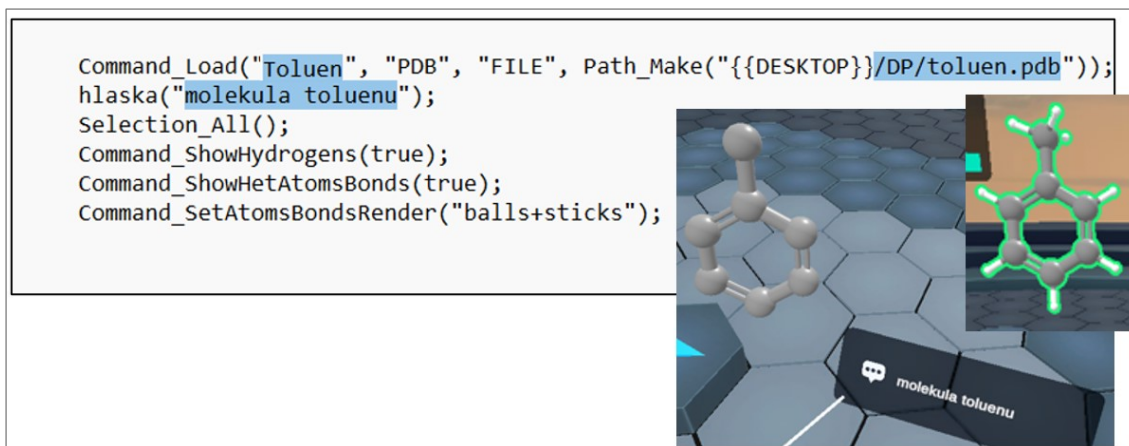
Obrázek 34 - Volání funkce hlaska, a) kód, b) ukázka funkčnosti kódu v Nanome

Dvojice příkazů na Obrázku 35 je zařazena na začátek funkce main(), aby zajistila, že z prostředí Nanome budou vymazány všechny molekuly. Uživatel tak bude mít prázdný prostor pro práci, pokud tam zůstaly nějaké struktury dříve načtené či vytvořené.

```
molekuly=Selection_GetMolecules()
Command_Delete(molekuly)
```

Obrázek 35 - Nastavení časového intervalu čekání a funkce hlaska v makru

Důležitým příkazem je načítání potřebných molekulárních struktur, které je možné i z výše zmiňovaných databank. Na Obrázku 36 je předpřipravený soubor s toluenem načten z plochy počítače z adresáře DP. Uživatel je hláškou opět informován o tom, jaká molekula se v prostředí před ním objevila. Další příkazy pak aktivují zobrazení vodíků a specifikují požadovanou vizualizaci molekuly.



Obrázek 36 - Příkaz načtení molekuly, a) kód, b) ukázka funkčnosti kódu v Nanome

Další dvojicí příkazů je pro uživatele načtena načítací nabídka (Menu Load), kterou pak uživatel využije k otevření připravené prezentace uložené na Vaultu. Hláška, která příkazům předchází opět informuje uživatele o skutečnosti, kterou za něj makro vykoná. Makra umožňují aktivovat nabídky vyhledáním podle názvu (Obrázek 37).

```
hlaska("Otevřu Menu load");  
nabidky = Menu_FindByName("load");  
Menu_SetVisible(nabidky, true);
```

Obrázek 37 - Nalezení Menu Load a jeho aktivace (otevření) v makru

### 4.3.3 Příprava prezentací

Poslední zpráva (hláška), kterou si uživatel před skončením makra přečte, ho informuje, že si má otevřít předpřipravenou uloženou prezentaci. Přejít z makra na prezentaci bylo nutné, protože makro vykonává kroky automaticky jen s předem nastaveným časováním (nečeká tedy na akci od uživatele).

Prezentace se sice načítá do Nanome ve formátu .pdf, který ztrácí pro potřeby úlohy mnoho vhodných funkcí (např. spustit krátké video, odesílat odpovědi do integrovaného formuláře). Důležité je, že se prezentace i tak načítá do okna, ve kterém je možné intuitivně listovat mezi jednotlivými snímky. Uživatel si pak pracuje tempem, které mu vyhovuje, může si zpětně vyhledávat informace nebo si nejprve vše prolistovat, aby věděl, co ho čeká. Současně také přenáší na uživatele zodpovědnost za to, jak si sám práci zorganizuje.

Aby byla prezentace pro uživatele přehledná a snadno se v ní zorientoval, používá kromě úvodního snímku pouze tři typy snímků:

- Výkladové – předávají uživateli informace z oblasti chemie.
- Náповědné – kombinují obrázků a krátké texty, jaké použít v Nanome nástroje pro zvládnutí zadaných úkolů.
- Úkolové – zadávají úkol/y ke splnění.

U jednotlivých typů snímků je zachován vždy jednotný design (design typů se vzájemně liší), což uživateli usnadňuje prvotní zrakovou orientaci.

## Výkladové snímky

Snímky zaměřené na zprostředkování výkladových informací by měly být relativně stručné i názorné. Cílem není prvotní výklad látky, ale spíše připomenutí a zopakování před praktickým procvičením. Podklad byl zvolen tak, aby připomínal krémový papír knih (Obrázek 38).

Obrázek 38 - Ukázka výkladových snímků v prezentaci

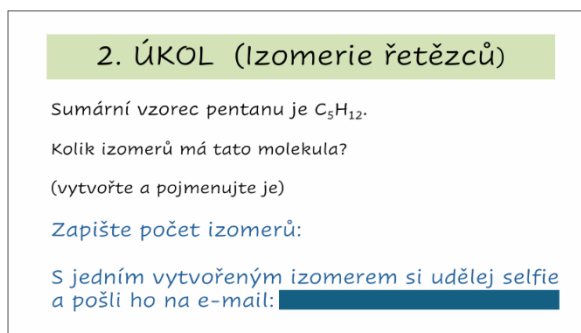
## Návodné snímky

Snímky poskytující nápovědu (Obrázek 39) mají bílý podklad a poskytují názorné připomenutí, jak se v Nanome dostat k nástroji, který je potřeba využít pro splnění daného úkolu. Kombinuje tedy snímky, s vyznačením zvoleného nástroje, pořízených v Nanome s nákresem ovladačů. Na ovladači je barevně vyznačené tlačítko, jehož stisk či přidržení vyvolá potřebnou nabídku. Obrázky jsou doplněny o stručné komentáře. Je potřeba mít na paměti, že uživatel už nástroje a funkce z nápovědy viděl či používal, proto snímek opět slouží k připomenutí a oživení.

Obrázek 39 - Ukázka snímku určeného pro nápovědu

## Úkolové snímky

Zadání úkolu, který má se má splnit, si uživatel přečte také na snímku s bílým podkladem – v záhlaví je barevný pruh s nadpisem (obrázek 40). Obsahově úkol navazuje na připomenutou teoretickou znalost. Snímek s úkolem je zařazený až za snímek s nápovědou, protože pokud uživatel vidí nápovědu dříve než zadaný úkol, pak se k nápovědě v případě potřeby snadno vrátí.



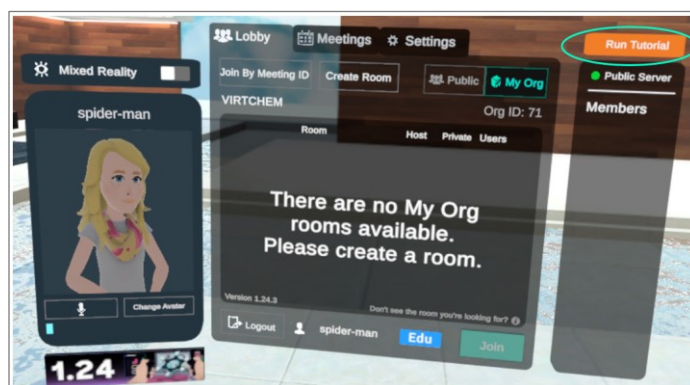
Obrázek 40 - Ukázka snímku určeného pro nápovědu

### 4.3.4 Základní tutoriál (Nanome Basics)

Tato část je věnována seznámení s virtuálním prostředím, ovladači Nanome a je rozčleněna do sedmi úrovní. Pro usnadnění zvládnutí ovládání Nanome je v angličtině natočený stejně strukturovaný základní tutoriál (Nanome Basics), kdy uživatel postupuje podle instrukcí na panelu doprovázeným mluveným slovem pro zvládnutí každé úrovně. Po úspěšném zvládnutí základního tutoriálu může uživatel pokračovat pokročilými tutoriály nebo se vrátit na Lobby horní lištu (Lobby Top Bar). Tutoriál také umožňuje vracet se k předešlým úrovním (pohybovat se mezi úrovněmi vpřed i vzad). Dále jsou také předpřipraveny navazující pokročilé tutoriály, které uživatele přivedou již do vlastního pracovního prostředí Nanome (Nanome workspace) a představí mu rozbalovací nabídku prostorových menu (Spatial Tutorials menu) (93).

Každý uživatel, který vstoupí do Nanome v prostředí VR, má možnost projít si základní tutoriál (Nanome Basics), aby se seznámil s ovládáním virtuálního prostředí a osvojil si práci s ovladači (spuštění je vyznačeno na Obrázku 41 vyznačeno nazelenale).

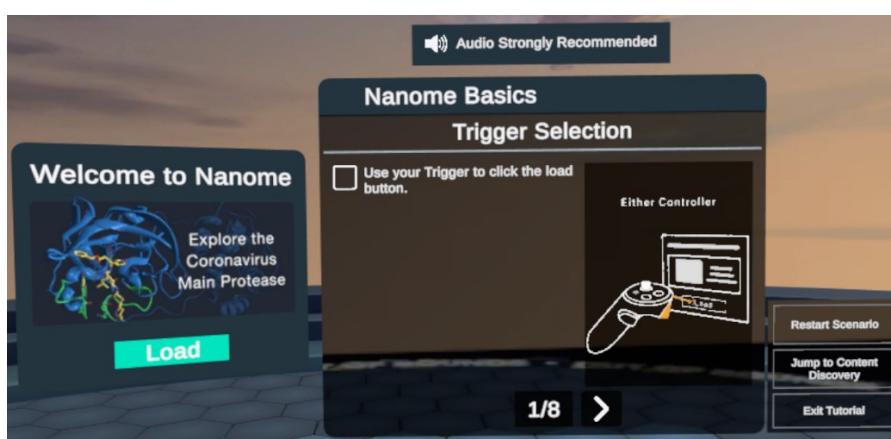




Obrázek 41 - Spuštění základního tutoriálu z Lobby

Všech sedm kroků tutoriálu má hlavní okno, ve kterém jsou pro uživatele vypsány konkrétní instrukce. Současně je doporučeno poslouchat mluvený komentář, který je možné vypnout ovladačem hlasitosti na headsetu. Vedle pravého dolního rohu okna se zobrazuje menu se třemi položkami (Obrázek 42):

- 1) Obnovení scény (Restart Scenario) – obnoví (restartuje) úkoly připravené ke splnění příslušného kroku tutoriálu.
- 2) Skok ke knihovně videí (Jump to Content Discovery) – otevře uživateli okno s nabídkou předtočených videí s řešením různé problematiky v Nanome (např. pokročilé tutoriály, návody „How to...“, seznámení s DNA, představení Covid-19 ve VR, protilátky ve VR).
- 3) Ukončení tutoriálu (Exit Tutorials) – ukončí tutoriál bez ohledu na to, který krok se uživateli podařilo splnit či ne.



Obrázek 42 - Základní tutoriál, uvítání a první krok

## Výběr tlačítkem trigger na ovladači (Trigger Selection)

V prvním kroku tutoriálu se uživatel naučí ukazováčkem ovládat tlačítko trigger na ovladači – je vyzván, aby pomocí něj zvolil (klikl) zelenkavé pole Load v levém uvítacím okně (Obrázek 42). Po aktivaci pole Load se načte a zobrazí uživateli molekulová struktura. Současně se splněním úkolu zaškrtně příslušné pole u nabídky úkolů. Uživateli ve virtuální prostředí zobrazuje ovladačka jako animace ruky s paprskem, který mu umožňuje zaměřovat vybrané objekty (Obrázek 43).



Obrázek 43 - Základní tutoriál, ukázka splnění prvního kroku

## Pohyb pro uchopení (Grip Movement)

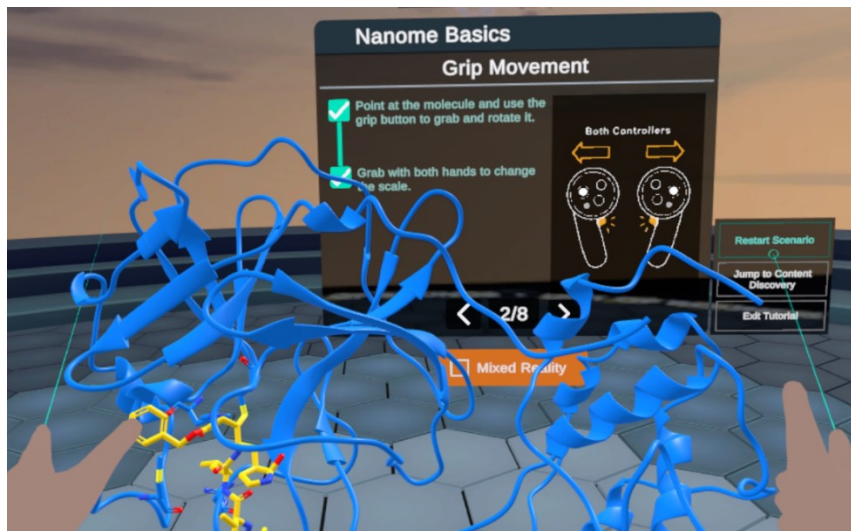
Ve druhém kroku tutoriálu se uživatel naučí nejprve uchopit molekulární strukturu – namíří laser a stiskne prostředníčkem grip (nižší tlačítko na rukojeti) - Obrázek 44.



Obrázek 44 - Základní tutoriál, splnění části druhého kroku, uchopení struktury



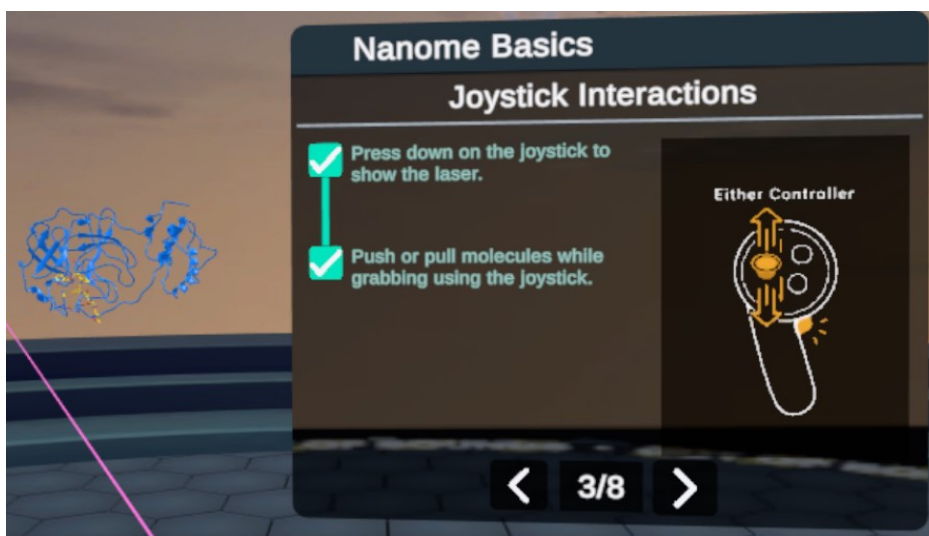
Uchopenou strukturu pak uživatel může zmenšovat či zvětšovat – na obou ovladačích stiskne prostředníčky tlačítka grip a ruce od sebe oddaluje tak dlouho, dokud se objekt nezvětší na požadovanou velikost (Obrázek 45). Pro zmenšení struktury naopak uživatel ruce se stisknutými gripy přibližuje směrem k sobě.



Obrázek 45 - Základní tutoriál, splnění druhého kroku, zvětšení struktury

### Interakce s joystickem (Joystick Interactions)

Třetí krok tutoriálu naučí uživatele přiblížit či oddálit molekulární strukturu od jeho avatara pomocí joysticku. Na začátku je potřeba stisknout joystick a laserový paprsek namířit na strukturu. Vychýlením joysticku směrem od sebe se struktura odsune do dálky (Obrázek 46) a směrem k sobě ji naopak přiblíží k sobě.



Obrázek 46 - Splnění třetího kroku, oddálení struktury

### *Horní tlačítko akcí na levém ovladači (Top Left Action Button)*

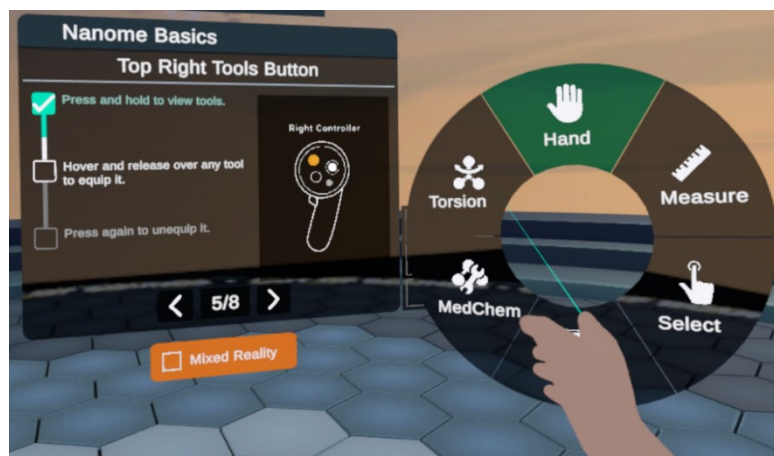
Ve čtvrtém kroku tutoriálu jsou tři dílčí úkoly a uživatele naučí ovládat menu akcí. Menu se vyvolá a zavře stiskem horního tlačítka (s následným uvolněním) na levém ovladači, při držení tlačítka je možné ovládat laser a vybírat položky (Obrázek 47).



*Obrázek 47 - Čtvrtý krok, otevření menu akcí*

### *Horní tlačítko nástrojů na pravém ovladači (Top Right Tools Button)*

Pátý krok seznámí uživatele s ovládáním menu nástrojů pomocí tří dílčích úkolů. Kruhové menu nástrojů se otevře po stisknutí a držení horního tlačítka na pravém ovladači. Laserovým paprskem se pak vybírá konkrétní nástroj (označí se zeleně) a volba se potvrdí uvolněním tlačítka (Obrázek 48).



*Obrázek 48 - Čtvrtý krok, otevření menu nástrojů*

Primárně je vždy přednastavený aktivní nástroj ruky (Hand). Pokud uživatel uvolní tlačítko, aniž by před tím vybral jiný nástroj než ruku, pak se kruhové menu zavře a dál zůstává aktivní přednastavený nástroj ruka.

## Přemístění (Teleportation)

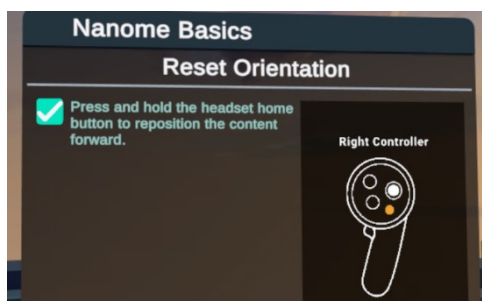
V šestém kroku tutoriál uživateli pomůže zvládnout přemísťování (teleportaci) jeho avatara ve virtuálním prostředí Nanome. Při natočení levé ruky hřbetem vzhůru (stejný pohyb jako při pohledu na hodinky) uživatel vždy uvidí menu zápěstí (wrist menu). Pomocí laseru a spouště vybere (klikne) na tlačítko zámku - úprava pozice (Edit Position), pak v místnosti laserem zaměří vybraný šestiúhelník na podlaze a přidržením spouště bude na vybrané místo přemístěn jeho avatar. Pak je potřeba opět na menu zápěstí zvolit úpravu pozice (Edit Position) a uzamknout svou novou pozici (Obrázek 49).



Obrázek 49 - Šestý krok, aktivace zámku pro přemístění avatara

## Obnovení původní orientace (Reset Orientation)

Sedmý krok ukáže uživateli, jak si rychle poradit v situaci, kdy se mu podařilo nastavit si struktury, menu, polohu avatara či jiných menu nevhodným způsobem. Při stisknutí a držení spodního nejmenšího tlačítka pravého ovladače (headset home button, Obrázek 50) se obnoví primárně přednastavené virtuální prostředí (Obrázek 50).



Obrázek 50 - Sedmý krok, tlačítko pro obnovení původní orientace

Poslední, osmý krok tutoriálu již jen blahopřeje uživateli k jeho dokončení a neukazuje mu další postupy k ovládní Nanome. Nabízí možnost vracet se k již prošlým krokům, jeho ukončení nebo přejít do knihovny videí (Content Discovery, viz výše).

## 4.4 Představení vytvořené učební úlohy

V této kapitole bude podrobněji představena jedna připravená učební úloha, doplněná o poznámky, postřehy a doporučení, aby se usnadnila učitelův její vlastní realizace. Vzhledem k tomu, že v předchozích kapitolách byly pro dokreslení jako ukázky používané části z první učební úlohy, zde bude komplexně představená druhá učební úloha. Jedná se o úlohu s názvem „S Nanome jako profesionál 2“. Příslušný zdrojový kód připraveného makra s komentáři a vytvořená prezentace spolu autorským řešením jsou uvedeny v přílohách.

### 4.4.1 Příprava na realizaci učební úlohy

Předpřipravený materiál je potřeba uložit do úložiště, ze kterého se bude nahrávat, znamená to: **uložit makro, prezentaci i používané struktury**. Dobré je mít uložené potřebné struktury pro případ jistoty, kdyby došlo k chybě při načítání z makra (žák si je pak může stejně jako prezentaci načíst z úložiště). Také z tohoto důvodu je potřeba žákům vše trpělivě vysvětlit a naučit je načíst položky v Nanome (nezáleží již na tom, jestli se jedná o prezentaci či molekulární strukturu).

Každý, kdo chce s žáky pracovat v Nanome, by svou přípravu neměl omezit jen na pročetí samotné úlohy či částí návodu. Vždy by si měl **sám potřebné aktivity vyzkoušet** (připomenout), a to hned z několika důvodů:

- Manipulace s ovladači je sice intuitivní, ale ne samozřejmá.
- Orientace v prostředí Nanome není úplně jednoduchá a snadno se zapomíná.
- Pravidelné aktualizace Nanome nebo novější typ headsetu vždy přinesou nějaká vylepšení, která zaskočený uživatel obvykle na poprvé považuje spíše za komplikaci.

Není optimální během nové či nepravidelně zařazené aktivity, jejíž ukázka je pro žáky podstatná, teprve hledat řešení (otvírat zbytečně velké množství menu, opakovaně nabídky prolistovávat, chybnými kroky se vracet apod.).

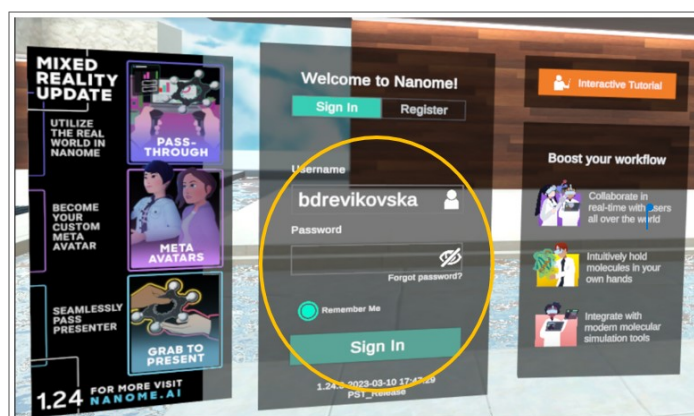
### 4.4.2 Začátek učební úlohy

Jako první je potřeba **připravit pracovní prostor**, kde bude aktivita realizovaná. Nabízejí se dvě možnosti – buďto budou žáci stát, nebo sedět na židličkách. V prvním případě

je potřeba přemístit lavice i židle na stranu, v tom druhém pouze lavice. Židle se po místnosti rozmístí tak, aby každý žák měl kolem sebe dostatek prostoru a nenarážel při pohybu na spolužáka. Samozřejmostí je umístit pryč z prostoru ostatní věci (např. tašky).

Při používání headsetu poprvé je nutné žáky **seznámit, jak manipulovat s headsetem a ovladači**. Pro názornost je dobré žákům ukázat, co se dá v Nanome dělat (buďto na videu nebo v prezentaci). Při opakovaném použití pouze připomenout:

- Správné nasazení headsetu na hlavu pomocí utahovacích pásek, popř. přenastavení vzdáleností čoček. Zcela zásadní pro práci ve VR je, aby nebyl obraz rozmazaný, čímž se předejde problémům (nevolnosti, bolesti hlavy).
- Pokud by žáka začala bolet hlava, či se mu dělalo špatně, měl by **neprodleně sundat headset z hlavy** a práci buď na chvíli přerušit nebo ukončit. Samozřejmě tuto skutečnost ihned oznámit vyučujícímu.
- Tlačítka na ovladačích, která se v Nanome nejvíce používají.
- Nandání a utáhnutí nastavitelných poutek u ovladačů na rukách (ovladače mají občas tendenci při prudkém rozmachu z ruky vyklouznout).
- **Rozdání přihlašovacích údajů a hesla pro připojení k internetu** (vhodné je mít je vložené v obalu u headsetu).
- Rozdání headsetů, nasazení na hlavu a zapnutí.
- Nastavení bezpečnostních hranic. Jako první je potřeba potvrdit hranici podlahy lehkým dotknutím se jí jedním z ovladačů a potvrzením tlačítka. Dále žák vybere, zda si zakreslí hranici sám, nebo si vybere stacionární – je výhodnější, protože při správném rozmístění židlí nezasáhne do prostoru spolužáka.
- Připojení k internetu a spuštění Nanome (obdobně jako na mobilu).

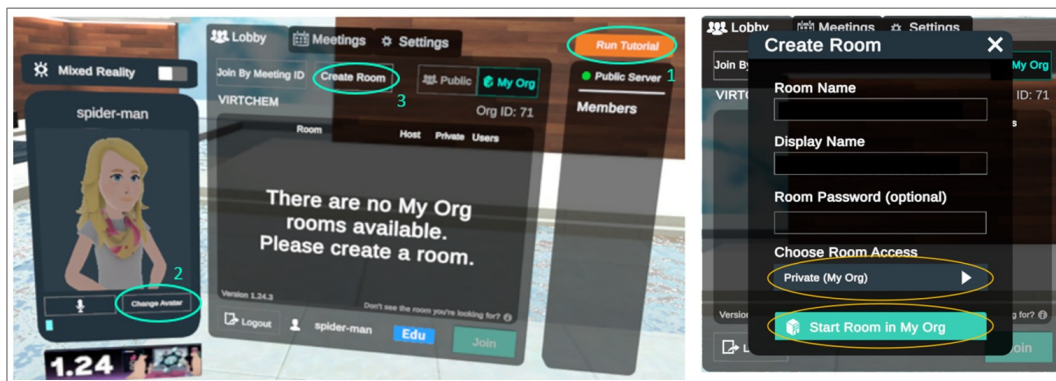


Obrázek 51 - Přihlášení do Nanome



V Nanome se postupuje pomocí následujících bodů:

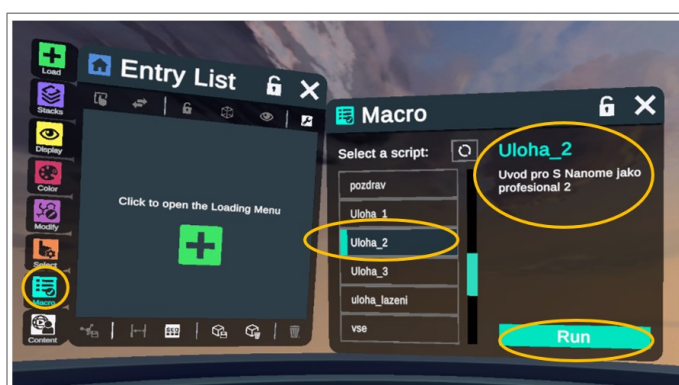
- Přihlášení se k účtu Nanome (pomocí přihlašovacích údajů) viz Obrázek 51.
- V pravém horním rohu kliknout na oranžovou ikonu Run Tutorial, po jeho ukončení se vrátit zpět do Lobby
- Možnost vybrat si a změnit avatara (Change Avatar), Obrázek 52.
- Vytvoření místnosti kliknutím na ikonu Create Room a vybrání Single User a potvrzení tlačítkem Start Room.



Obrázek 52 - 1) spuštění tutoriálu, 2) změna avatara, 3) vytvoření místnosti

#### 4.4.3 Práce s makrem

V otevřené vstupní nabídce (Entry List) je potřeba rozkliknout zelenou nabídku makro. Po načtení okna makro vybrat v seznamu připravených Uloha\_2 (současně se zobrazí stručný popis makra) a spustit pomocí RUN, viz obrázek 53.



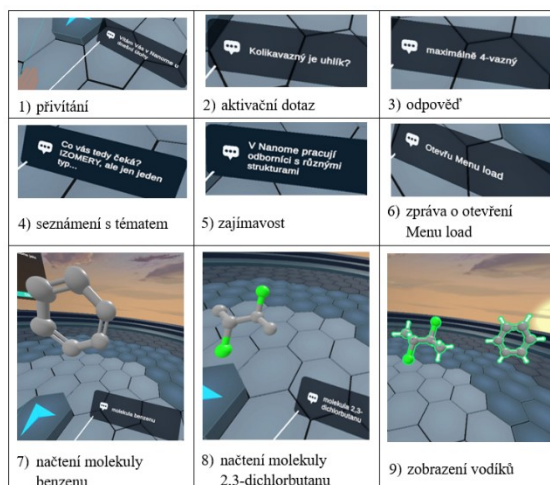
Obrázek 53 - výběr makra Uloha\_2 a jeho spuštění

Po spuštění makra je vhodné žáky upozornit, aby:

- Četli zobrazované informace (hlášky) poctivě, nelze se k nim vracet, a zobrazeny zůstávají jen určitou dobu. Pokud by někdo nestíhal, může si makro pustit znovu.

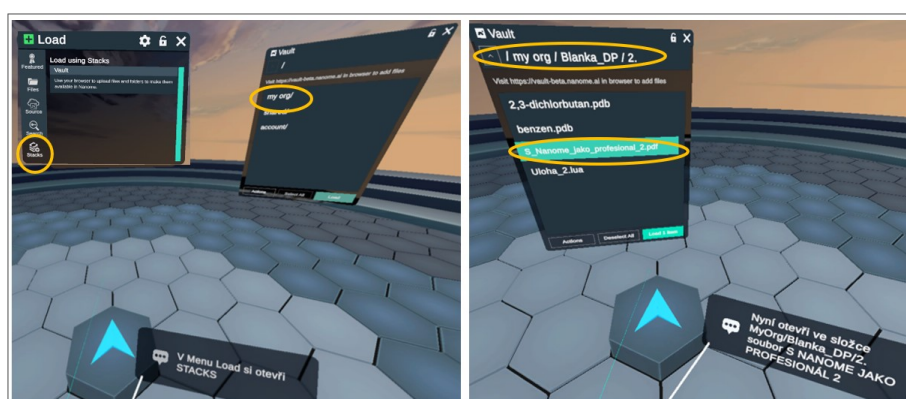
- Dívali se níže (směrem k levému zápěstí) do místa, kde se mu budou zobrazovat v příslušném načasování informace (zapsané do funkce hlaska()).
- Klidně mezi jednotlivými zprávami (hláškami) posunuli načtenou molekulu nebo nabídku (menu) na místo, kde jim to vyhovuje.

Pak už probíhá samotné makro, jehož náplň je stručně vyjádřena na Obrázku 54.



Obrázek 54 - Výstupy makra Uloha\_2

Poslední část informací z makra již uživatele informuje, jak si otevřít prezentaci, kde mají připravené úkoly a potřebné informace.) pro další práci. V otevřené načítací nabídce (Menu load) vybrat v levém sloupci položku STACKS. Po jejím vybrání se uprostřed okna klikne na VAULT a otevře se stejnojmenné okno. V okně VAULT projít zadanou adresářovou cestu až k uložené prezentaci „S Nanome jako profesionál 2“ (Obrázek 55).



Obrázek 55 - Postup otvírání prezentace uložené v adresáři VAULTU

Případným přepsáním makra (možno jen v poznámkovém bloku – soubor nutno uložit s příponou .lua) si může každý upravit tuto část svými vlastními zprávami (hlášky) i načtením jiných molekulárních struktur. Vše je podrobně popsáno v kapitole 4.3.2 a kompletní zdrojový kód makra Uloha\_2.lua je součástí příloh.



#### 4.4.4 Práce s prezentací

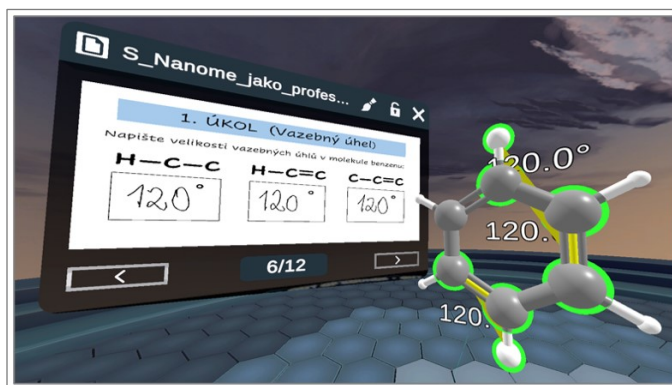
Prezentace se žákovi otevře v okně, s možným krokováním. Skončilo časové omezení a žák může začít pracovat svým tempem a podle potřeby se vracet. Žákům je dobře zdůraznit, aby

- Pracovali svým vlastním tempem, že je o čase budete průběžně informovat (cca po 10 minutách).
- Vyzkoušeli si manipulaci s molekulou (uchopení, přemístění, oddálení, přiblížení, zvětšení a zmenšení) a pokud by s tím měli problém, aby se ozvali, protože bez zvládnuté manipulace nelze v Nanome pracovat.
- Pozorně četli úkoly a uvědomili si, že odpovědi mohou zjistit nebo si jejich správnost ověřit použitím vhodných nástrojů.
- Poslali snímky na mail, pokud je chcete ohodnotit (nezapomenout žákům předat e-mailovou adresu, na kterou mají posílat snímky).

The image shows six numbered screenshots of a presentation interface for Nanome software.   
1. Title slide: "s Nanome jako profesionál 2" with a molecular structure.   
2. "Procvičení manipulace" (Manipulation practice) slide, showing instructions on how to zoom and move molecules.   
3. "BENZEN (C6H6)" slide, listing its industrial use as a solvent and in medicine, with a chemical structure.   
4. "VAZEBNÝ ÚHEL" (Bond angle) slide, defining bond angle and mentioning the Nanome unit.   
5. "Nápověda pro úkol 1" (Help for task 1) slide, providing instructions on how to use the measurement tool.   
6. "1. ÚKOL (Vazebný úhel)" (Task 1: Bond angle) slide, asking for bond angles in benzene and showing three chemical structures: H-C-C, H-C=C, and C-C=C.

Obrázek 56 - Snímky první části prezentace (po zadání prvního úkolu)

Polovina prezentace je zakončena prvním úkolem (Obrázek 56), kterému předchází snímek s nápovědou (jak vyvolat vhodný nástroj, jak ho použít). V prezentaci jsou také slidy se stručnou teorií, jak se je rozhodne vyučující využít dále, záleží už jen na něm. Samozřejmě má také možnost si teoretický obsah podle svých požadavků měnit, nesmí ovšem zapomenout nechat nahrát jiné struktury. První úkol je vyřešený na Obrázku 57.



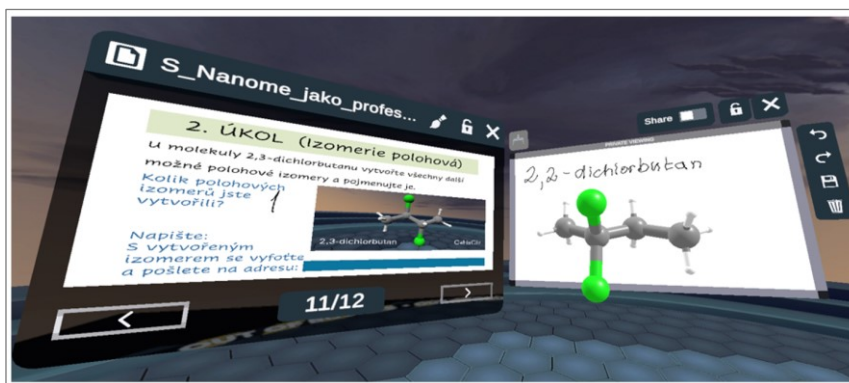
Obrázek 57 - Autorské řešení prvního úkolu (zadání viz Obrázek 56)

První úkol ve všech třech učebních úlohách je zaměřený na zjišťování charakteristik známé molekuly. Cílem je si díky vizualizaci a interakci s molekulou zapamatovat její skutečný tvar. Nabízí se tu možnost úkoly střídat – změřit délku vazby, vazebný úhel, obarvit řetězec (funkční skupinu, nejbližší atomy v molekule) aj. Bylo by také možné procvičit názvosloví – na snímek předepsat název molekuly a žák by k němu musel z nahraného výběru většího počtu molekul přiřadit správnou (či naopak předepsat více názvů na snímek a žák by zakroužkoval správný název k nahrané molekule).

<p><b>...IZOMERY</b></p> <p>JSUO SLOUČENINY SE STEJNÝM SUMÁRNÍM VZORCEM, ALE RŮZNOU STRUKTUROU ČI PROSTOROVÝM USPOŘÁDÁNÍM</p>	<p><b>IZOMERIE POLOHOVÁ</b></p> <p>liší se <b>polohou substituentů</b> nebo <b>polohou násobné vazby</b> v molekule</p> <p>1,2-dichlorocyklohexan C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub>    1,4-dichlorocyklohexan C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub></p>	<p>1,2-dichlorocyklohexan C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub>    1,4-dichlorocyklohexan C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub></p> <p>V Nanome byly vytvořeny dvě molekuly (4 uhlíky, 10 vodíků), pro usnadnění pojmenování byly odlišně obarveny hlavní řetězec a zbytky. (Obrázky si prohlédněte, protože podobné budete vytvářet)</p>
7	8	9
<p><b>Nápověda pro úkol 2</b> pro vytvoření a obarvení molekuly (další slidy)</p> <p>Menu nástroje, Mačkáčem Menu nástroj (objeví se na levém zápisě) Nástroje pro výběr, barvení (objeví se na levém zápisě)</p>	<p><b>2. ÚKOL (Izomerie polohová)</b></p> <p>U molekuly 2,3-dichlorbutanu vytvořte všechny další možné polohové izomery a pojmenujte je. Kolik polohových izomerů jste vytvořili?</p> <p>Napište: S vytvořeným izomerem se vytvořte a pošlete na adresu</p> <p>2,3-dichlorbutan C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>Cl<sub>2</sub></p>	<p><b>ANKETA</b></p> <p>Otevřete webový prohlížeč a přepište adresu odkazu – můžete vyplnit v Nanome nebo již na svém mobilním telefonu.</p> <p><a href="https://forms.office.com/e/DQ84w4PWW">https://forms.office.com/e/DQ84w4PWW</a></p> <p>V Nanome je potřeba využít: Menu na levém zápisě- Prohlížeč</p>
10	11	12

Obrázek 58 - Snímky druhé části prezentace (se zadáním druhého úkolu)

Ve druhé polovině prezentace je vždy vysvětlený jeden typ izomerie, představený na molekulách vyobrazených v Nanome (Snímek 9 na Obrázku 58). Druhým úkolem pro žáky je již vlastní vytváření molekuly nebo úprava nahrané molekuly. V této části se nabízí prostor pro sestavování libovolných molekul (např. vytvořením benzenu z cyklohexanu vznikne planární molekula). Druhý úkol je v Nanome vyřešený na Obrázku 59, kde selfie avatara není záměrně, aby byla struktura dobře vidět.



Obrázek 59 - Autorské řešení druhého úkolu (zadání viz Obrázek 58)

#### 4.4.5 Ukončení aktivity

Žáci jsou při vypracování učebních úloh zabraní do řešení úkolů a nezvládají sledovat čas, i když Nanome je vybaven hodinkami na zápěstí. Je tedy vhodné po uplynutí 20 minut upozornit na to, že by postupně měli dokončovat úkoly a maximálně po 30 minutách práci ve VR dokončit úplně.

Když se s VR pracuje poprvé, tak je vhodné zařadit anketu, aby se vyučující dozvěděl, co je potřeba doladit a jak se žáci celkově orientovali. Pokud by vyučující nechtěl, aby mu žáci své výsledky posílali na e-mail přímo z Nanome, tak hrozí, že by si v programu pouze hráli a k žádnému výsledku se nesnažili dojít. Je tedy možné po skončení aktivity zvolit ještě práci s pracovním listem, kde žáci vypracují úkoly, které měli zadané ve VR.

Každopádně by se nemělo vynechat celkové shrnutí aktivity (např. formou exitky). Při plánování aktivity je potřeba brát zřetel (stejně jako v laboratoři) na úklid pracovního místa – zabalení headsetu (možnost otřít kontaktní plochy dezinfekčním ubrouskem), vrácení lavic a židlí na původní místa.

Od začátku roku 2024 mají všechny headsety od modelu Meta Quest (samozřejmě i novější, tedy používaný Meta Quest 2) mít dostupný kancelářský balíček Microsoftu (94). Možnost načtení prezentace v její klasické podobě (bez přeformátování do .pdf) by byla pro navržené učební úlohy velkou výhodou. Nabízela by se možnost mít nápovědu v podobě několikavteřinového videa, kliknutím na odkaz načíst webovou stránku nebo dokonce přímo v prezentaci spustit krátký test v MS Forms (souběžně plnit úkoly a odpovědi by byly zaznamenávány online bez zbytečného přeposílání odpovědí, snímků. Bohužel Nanome zatím tuto možnost nepodporuje.

## 4.5 Testování úloh

Připravené učební úlohy byly vyzkoušené 15 žáky českobudějovického gymnázia v srpnu 2024 v rámci předem naplánované dvoudenní akce. Jednalo se o žáky semináře informatiky (3. a 4. ročníku vyššího gymnázia), všechny ve věku 17 až 19 let. Mají za sebou alespoň dva roky chemie na vyšším gymnáziu, již tedy probrali celou chemii v rozsahu středoškolského učiva nebo probrali celou anorganickou chemii a organickou chemii bez funkčních skupin.

Každý z respondentů absolvoval dvě ze tří připravených učebních úloh – každá úloha byla tedy odzkoušena deseti různými respondenty. Respondenti vyplnili anketu vždy jen po první úloze.

### 4.5.1 Anketa pro respondenty

Anketa byla vytvořena v aplikaci nazvané Forms od Microsoftu, která umožňuje rychlý sběr dat online. Dalším důvodem bylo, že respondenti měli dvě možnosti – vyplnit ji buď přímo ve virtuální realitě, nebo po ukončení na mobilním telefonu. Nastavení ankety bylo pro sběr dat nastaveno jako anonymní a díky tomu, že si do ankety respondenti vzájemně nemohli nahlížet, měli pocit klidu a soukromí. Respondenti odpovídali bez toho, že by jejich názory ovlivnili ostatní. Práce s virtuální realitou se zúčastnilo 15 respondentů. Anketa byla vyplňovaná vždy až po ukončení aktivity, aby ji respondenti mohli ohodnotit.

V anketě je celkem dvanáct položek, jedenáct z nich je uzavřených a poslední otevřená. U některých uzavřených položek byl umožněn výběr ze dvou odpovědí (ano/ne), u jiných byla zvolena pro vyhodnocování Likertova škála se čtyřmi stupni odpovědí. Sudý počet odpovědí zajistil, že tazatel nemohl zůstat nerozhodný. Škála nebyla zvolena příliš široká, protože bylo potřeba zjistit rozhodnutí (stav), a už ne ho podrobněji odstupňovat. U každé položky byla škála na jejích krajích doplněná o slovní vyjádření, aby se respondent při výběru odpovědi snadno orientoval, co krajní mez přesně vyjadřuje. Všechny uzavřené položky byly povinné, tzn. respondent je musel vyplnit, aby mohl přejít na další položku. Samotná anketa je logicky rozčleněná do několika částí, kdy každá zjišťuje nějakou konkrétní oblast.

Výukové aktivity se zúčastnili studenti věkové kategorie 17-19 let, tedy současného třetího nebo čtvrtého ročníku, kteří navštěvovali seminář z výpočetní techniky. Z toho důvodu anketa neobsahovala otázky na věk ani na typ školy respondenta. V úvodní části bylo zjišťováno jen pohlaví respondenta.

Vzhledem k tomu, že virtuální realita není každodenní záležitost, první část ankety zjišťovala, zda mají respondenti s touto moderní výukovou metodou nějakou zkušenost. Při správném používání headsetů je potřeba respektovat zásady bezpečnosti, a přesto hrozí kybernevolnost, proto anketa také zjišťovala, jestli někoho nevolnost postihla a v jaké míře. Zde se otázka větvila – v případě kladné odpovědi totiž bylo třeba blíže specifikovat, jestli musel respondent aktivitu zcela ukončit, nebo jen přerušit – jinak se pokračovalo až další částí (Obrázek 60).

2. Používal/a jste už někdy dříve headset virtuální reality? \*

Ano

Ne

3. Zažil/a jste dnes při používání VR pocit nevolnosti? \*

Ano

Ne

4. Pokud jste zažil/a pocit nevolnosti během používání VR \*

práci ve VR jste raději zcela ukončil/a

práci ve VR stačilo jen na chvíli přerušit

Obrázek 60 - Položky první části ankety

Ve druhé části ankety byl již hodnocený průběh vlastní práce ve virtuální realitě. Otázky se postupně zaměřovaly na možné technické překážky – práci s headsetem, manipulaci s ovladači a zvládnutí orientace ve virtuálním prostředí Nanome (Obrázek 61). Pro zkušeného uživatele virtuální reality je orientace v programu relativně snadná, ale prvouživatel může mít potíže.

⋮

5. Jak se Vám s headsetem virtuální reality (VR) pracovalo? \*

velmi dobře velmi špatně

---

6. Jak složitá pro Vás byla manipulace s ovladači? \*

velmi snadná (jednoduchá, intuitivní) velmi obtížná (náročná, složitá)

---

7. Jak náročná pro Vás byla orientace v prostředí Nanome? \*

velmi snadná (jednoduchá, intuitivní) velmi obtížná (náročná, složitá)

*Obrázek 61 - Položky druhé části ankety*

Další dvě otázky ve třetí části ankety už byly cílené přímo na samotný program Nanome, hlavně na zjištění srozumitelnosti pokynů a zadaných úkolů. Dále na vyjádření, zda respondent vnímal vyobrazované molekulární struktury spolu s různými manipulacemi jako názorné (Obrázek 62).

8. Jak srozumitelné byly pokyny a úkoly v prezentaci otevřené v Nanome? \*

velmi jasné (pochopitelné, intuitivní) naprosto nejasné (zcela nepochopitelné)

---

9. Jak názorné byly zobrazené, vytvořené molekulární struktury v Nanome? \*

velmi názorné (pochopitelné, smysluplné) vůbec nebyly názorné (zcela matoucí)

*Obrázek 62 - Položky třetí části ankety*

Závěr ankety patří subjektivnímu hodnocení a názorům uživatelů (Obrázek 63). Konkrétně jak je práce s virtuální realitou zaujala, a zda jim pomohla pochopit probírané téma. Konec tvořila jediná otevřená položka, jejímž cílem bylo, aby uživatelé napsali vlastní postřehy, které nelze do škály zařadit.

10. Jak Vás práce ve VR zaujala, jak Vás bavila? \*

1 2 3 4

velmi mě bavila vůbec mě nebavila

11. Myslím si, že práce VR s Nanome mi pomohlo pochopit téma. \*

1 2 3 4

jasný souhlas naprostý nesouhlas

12. Chcete nějakou otázku doplnit, rozvinout vlastními slovy (co se vám dařilo, líbilo, nebo naopak nevyhovovalo, s čím jste měli potíže aj.)

Zadejte svoji odpověď.

Obrázek 63 - Položky poslední části ankety

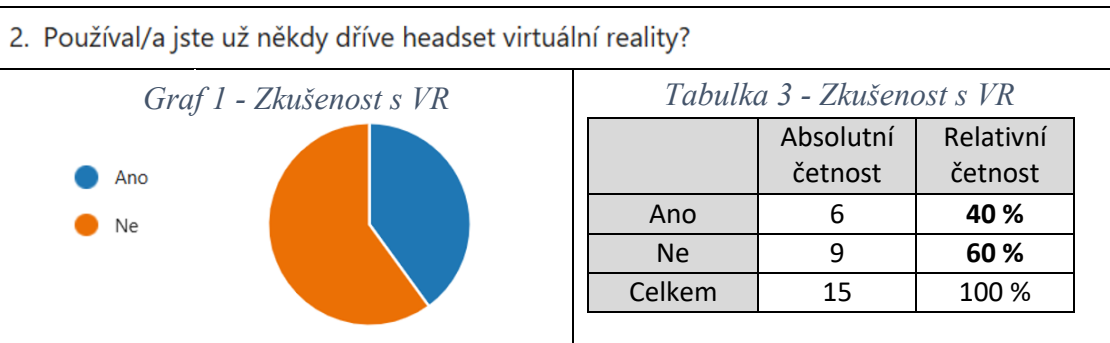
#### 4.5.2 Vyhodnocení ankety

Dostupný vzorek nebyl vzhledem k jejich zaměření (seminář z informatiky) genderově vyvážený – žen byla pouze třetina a mužů byli zbylé dvě třetiny. Dále jsou jednotlivé položky ankety vyhodnoceny v logických částech tak, jak byla anketa sestavena.

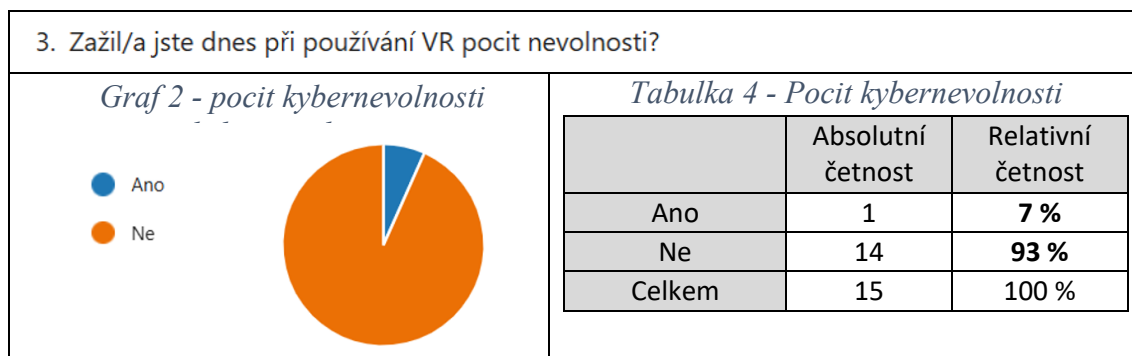
#### *Část ankety zaměřená na zkušenosti s VR a kybernevolnost*

Předchozí zkušenost s virtuální realitou neměla ani polovina respondentů (40 %), pro více respondentů (60 %) byla učební úloha jejich první zkušeností s VR. Přesné hodnoty jsou vypsané v Tabulce 3 a graficky znázorněné v Grafu 1.





Všichni respondenti byli před zahájením práce s headsetem informováni o možném pocitu nevolnosti a poučení o okamžitém přerušení práce ve VR. Pouze jeden respondent (7 %) zažil pocit kybernevolnosti (viz Graf 2, Tabulka 4). V další položce upřesnil, že mu stačilo činnost ve VR jen na chvíli přerušit a srovnat si lépe brýle.



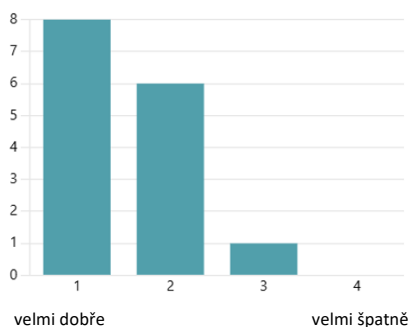
### Část ankety zaměřená na hodnocení vlastního průběhu práce ve VR

Tato část ankety se zaměřila na zvládnutí technických záležitosti, se kterými se musel respondent při práci ve virtuální realitě v Nanome vypořádat. První z těchto položek se věnovala práci s headsetem. Naprosté většině (93 %) respondentů se s headsetem manipulovalo dobře, pouze jednomu nevyhovoval. Konkrétní čísla jsou v Tabulce 5 a jejich vyobrazení v Grafu 3.

Zvládnutí manipulace s ovladači bylo podle odpovědí respondentů podstatně náročnější, čemuž odpovídá i průměrné hodnocení 2,07. Téměř tři čtvrtiny by ji ohodnotilo v první polovině škály (tzn. jako snadnou), ale 27 % se přiklonilo k hodnocení do druhé poloviny škály (tzn. obtížné). Jak je patrné z Grafu 4 a Tabulky 6, jeden z respondentů považoval manipulaci s ovladači dokonce za velmi obtížnou.

### 5. Jak se Vám s headsetem virtuální reality (VR) pracovalo?

Graf 3 - Práce s headsetem



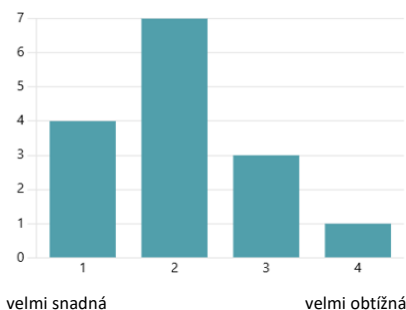
Tabulka 5 - Práce s headsetem

	Absolutní četnost	Relativní četnost
1	8	53 %
2	6	40 %
3	1	7 %
4	0	0 %
Průměr	<b>1,53</b>	

Vyhodnocení odpovědí z poslední otázky této části ankety jen potvrdilo, že Nanome je skutečně nástroj profesionálů, protože průměrné hodnocení bylo 2,13. Pouze jeden respondent považoval orientaci v prostředí za velmi snadnou. Velmi dobrým výsledkem je, že pouhá pětina respondentů se přiklonila k polovině škály hodnotící prostředí jako obtížné. Vypovídá to snad o skutečnosti, že představení prostředí, základní tutoriál a procvičování v začátku úlohy, byly dobře zařazené.

### 6. Jak složitá pro Vás byla manipulace s ovladači?

Graf 4 - Manipulace s ovladači

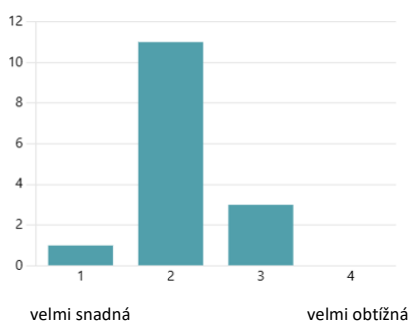


Tabulka 6 - Manipulace s ovladači

	Absolutní četnost	Relativní četnost
1	4	27 %
2	7	47 %
3	3	20 %
4	1	7 %
Průměr	<b>2,07</b>	

### 7. Jak náročná pro Vás byla orientace v prostředí Nanome?

Graf 5 - Orientace v Nanome

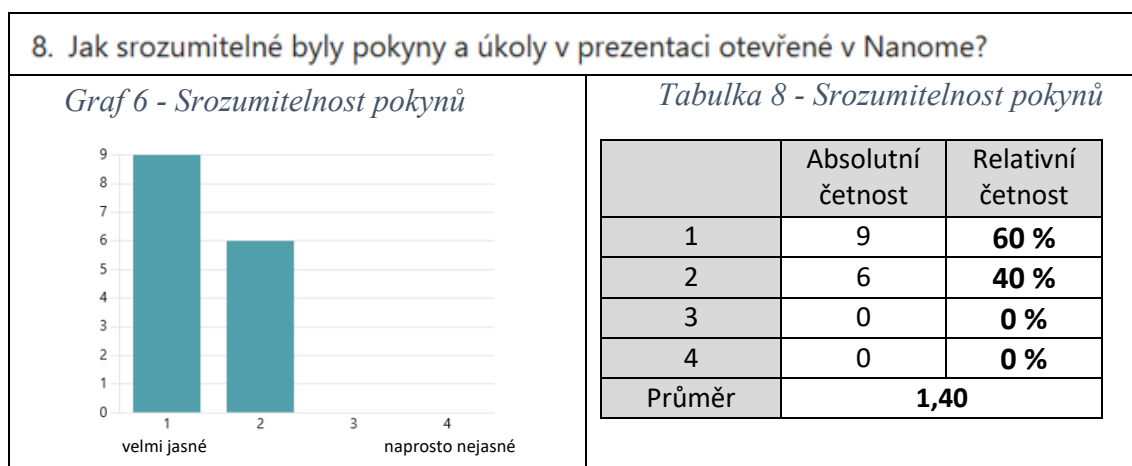


Tabulka 7 - Orientace v Nanome

	Absolutní četnost	Relativní četnost
1	1	7 %
2	11	73 %
3	3	20 %
4	0	0 %
Průměr	<b>2,13</b>	

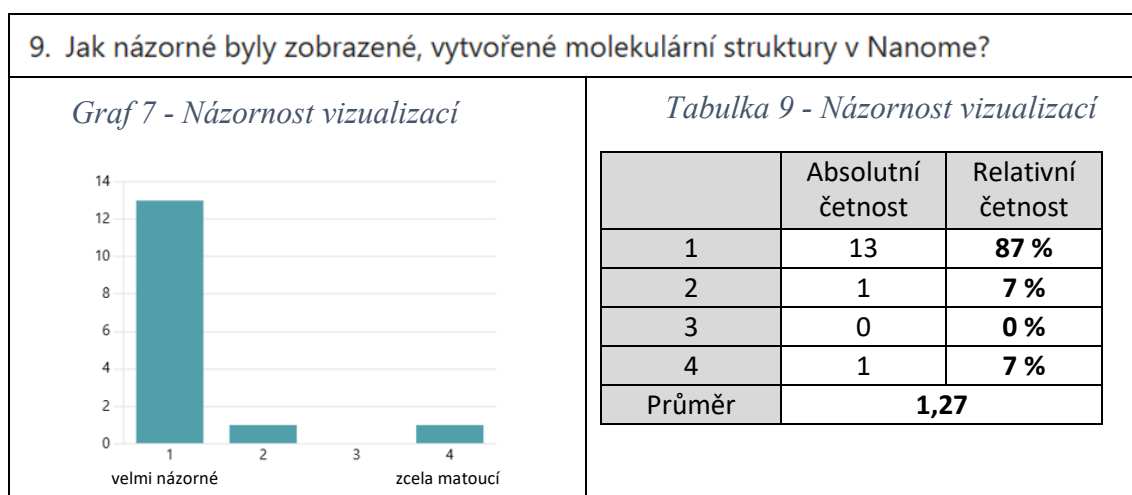
## Část ankety zaměřená na srozumitelnost a názornost

Předposlední část ankety se odklonila od technických aspektů a zaměřila se nejprve na srozumitelnost a jasnost pokynů, instrukcí, pak na vnímání vizualizovaných struktur a manipulací z hlediska názornosti.



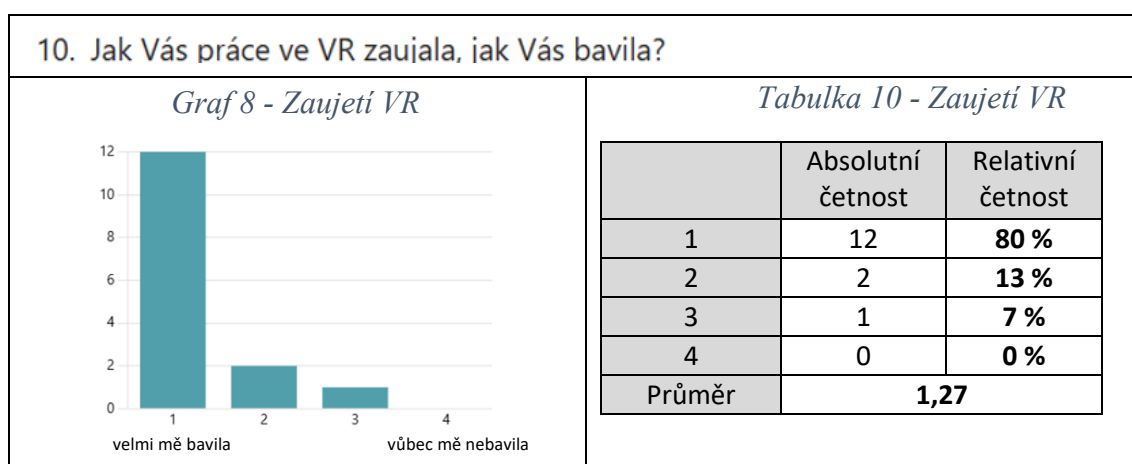
Graf 6 (Tabulka 8) ukazuje, že všichni respondenti považovali pokyny i úkoly v prezentaci za jasné, dvě třetiny z nich dokonce za velmi jasné. Vypovídá to o skutečnosti, že rozlišování navržených snímků, kombinace se snímky z Nanome spolu s náčrtý a komentáři, nebyla zbytečná ztráta času a takto navržený koncept se osvědčil.

Vizualizace struktur v Nanome je graficky skvěle zpracovaná a pro žáky by měla mít maximální přínos zejména ve velké názornosti. Zda to tak vnímali respondenti zjišťovala další položka ankety. Průměrné hodnocení 1,27 potvrdilo sílu i kouzlo nabízených vizualizací, 90 % respondentů považovalo molekulární struktury dokonce za velmi názorné. Jeden respondent vizualizace bohužel vnímal jako zcela matoucí. Možným vysvětlením je, že molekuly měl přitažené do velké blízkosti svého avatara a nedokázal je pak vnímat jako celek.

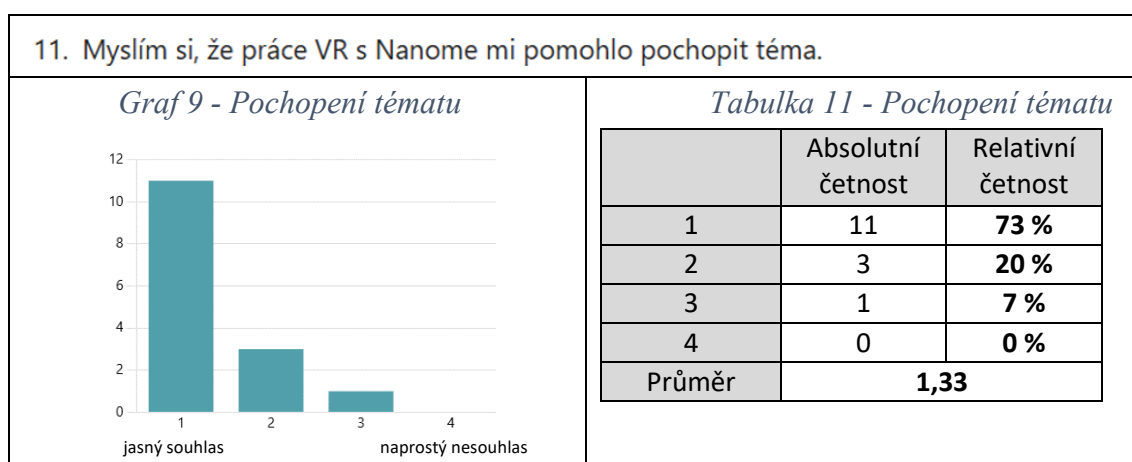


## Část ankety věnovaná subjektivnímu hodnocení

V závěru ankety byly položky určené k zjištění zcela subjektivního hodnocení respondentů s možností vlastního vyjádření. Nejprve byl respondent dotazován, jak ho práce ve VR zaujala a bavila. První polovinu hodnotící škály (zaujala a bavila) využilo 93 % respondentů, 80 % dokonce aktivity velmi zaujaly. Tento jejich postoj potvrdila i volná vyjádření v otevřené položce (např. Chemie by mě víc bavila). Položka také získala nejlepší průměrné hodnocení 1,27 (konkrétní hodnoty jsou v Tabulce 10 a vyobrazeny v Grafu 8). Velmi pozitivní hodnocení uvedené položky je důležité, protože tyto postoje vyjadřují a ovlivňují vnitřní motivaci respondenta.



V poslední uzavřené položce se respondenti zamysleli, zda jim práce ve virtuálním prostředí Nanome pomohla pochopit řešené téma. Průměrné hodnocení 1,33 potvrzuje, že většina z nich (93 %) usoudila, že takto realizovaná učební úloha přispěla k pochopení tématu. Jen jeden respondent se vyjádří opačně (viz Graf 9, Tabulka 11).



Vzhledem k tomu, že pochopení probíraných jevů je v chemii velmi podstatné a vnitřní motivace je nezbytná při jakémkoliv učení, byly subjektivně vyjádřené názory respondentů na poslední dvě položky velmi významné. Dokládají spolu s mnohými komentáři, že investovat čas a nasazení do nových způsobů učení a procvičování má význam.

Poslední položka byla otevřená a vyzývala respondenty, aby se vyjádřili k jakékoliv otázce, aby ji doplnili. Případně také okomentovali, co je upoutalo, co jim vadilo apod. Nabídnutý prostor využilo deset respondentů (67 %) názory jsou zkopírovány do Tabulky 12 (pravopisné chyby nebyly opravované a často byly způsobené psaním na mobilu nebo dokonce na virtuální klávesnici v Nanome). Jednotlivé odpovědi byly roztrženy podle souvislosti do skupin, které jsou odděleny barevně:

- Šedě vyznačené vyjadřují určité výtky a nespokojenost (bolest očí, náročnost nezvyklých činností).
- Modře vyznačené (nejpočetnější skupina) ukazují, že by respondenti podobná oživení hodin chemie rozhodně ocenili.
- Žlutě zvýrazněné si (za poměrně krátkou dobu) získal program Nanome.
- Zeleně označené nadchla samotná virtuální realita a její možnosti.

Skutečnost, že 8 respondentů (více než polovina), věnovalo svůj čas dobrovolně příznivému vyjádření učební úloze realizované ve virtuálním prostředí Nanome dokresluje skutečný zájem žáků o využívání VR ve výuce.

*Tabulka 12 – Doplnění ankety vlastními slovy*

12. Chcete nějakou otázku doplnit, rozvinout vlastními slovy (co se vám dařilo, líbilo, nebo naopak nevyhovovalo, s čím jste měli potíže aj.)
Zpočátku špatně nasazené brýle, po ukončení programu mě bolely oči.
Kdybych požíval častěji, bylo by to snazší
Bylo to zajímavé. Chemie by mě více bavila.
Jsem ráda, že už chemii ve čtvrtáku nemám, ale takhle by to šlo
neco noveho, lepsi nez jine hodiny chemie. Dokonce jsem neco pochopil.
Oceňil bych v hodinách chemie
Program Nanome je skvělý
Program Nanome má tu hlavní chybu, že se ve škole nepoužívá.
Čas navíc, chtěl bych si zkusit i jiné molekuly
Moc mě to bavilo a byla bych ráda, kdybychom VR využívali i v jiných předmětech. Viděla jsem tu hodně věcí, které jsem si předtím neuměla představit (měření délek vazeb).

## 5 DISKUZE

Výsledky ankety by mohly být částečně ovlivněny skutečností, že se jednalo o žáky s velkým zájmem o informatiku a výpočetní techniku (navštěvující výběrový seminář z informatiky). Překvapující pak bylo, že 60 % z nich nemělo předchozí zkušenost s VR.

Kromě konkrétních odpovědí získaných anketou byla největším přínosem skutečnost, že učební úlohy byly realizovatelné s využitím navržené metodiky (koncepce). Konkrétní metodiku, jak má vypadat VR lekce v chemii se, nepodařilo dohledat v prošlých materiálech, a byla proto navržená přímo pro tuto práci. Bylo v ní zejména potřeba zohlednit náročné prostředí Nanome. Výsledný koncept, který testovali žáci v srpnu, byl výsledkem řady dílčích pokusů, které byly zkoušeny individuálně. Prvotní návrh obsahoval procvičení tematického celku izomery (polohové, řetězcové, cis/trans, optické), ale časově by několikrát přesáhl doporučených 30 minut práce ve VR. Bylo tedy nutné zkrátit čas a omezit počet úkolů v učební úloze na dva.

Když respondenti testovali svou první učební úlohu, tak se u některých objevil problém s dodržením časového limitu. Druhý den při testování další učební úlohy (odlišné), ji již stihli všichni respondenti v doporučeném čase (byli si jistější manipulací s ovladači a lépe se orientovali v prostředí Nanome). Z tohoto důvodu by bylo vhodné tolerantně přistupovat k situaci, kdy žáci při první lekci ve VR nestihnou splnit všechny úkoly. Náročnost práce s ovladači a obtížnou orientaci v prostředí Nanome doložily i výsledky ankety, kde průměrné hodnocení mělo hodnotu vyšší než dva (na čtyřstupňové škále). Anketa byla respondentům záměrně předložena již po první učební úloze. Práci s ovladači byla pro některé náročná na soustředění, protože jsou zvyklí na jiné ovládání herních konzolí.

Vzhledem k tomu, že při tvorbě materiálů nebyly vzory, podle kterých by bylo možné postupovat, lze považovat za úspěch, že pokyny a úkoly zobrazované prostřednictvím makra a prezentace respondenti považovali za srozumitelné (60 % dokonce za velmi jasné). Velká pozornost při vytváření makra byla věnována jak množství informací zobrazených v každé hlášce, tak vhodně nastavenému časovému intervalu – aby ji žák stihl bez problému přečíst a vstřebat a současně zamezil velké časové prodlevě, která by ho rozptylovala. Zde je nutné velmi důkladně zvážit množstvím

informací a časový interval, pokud by se navržený koncept realizoval u jiné věkové kategorie či jiném typu školy.

Síla Nanome spočívá ve skvělé vizualizaci molekul, což potvrdily i výsledky ankety. Dalšími možnostmi při práci s Nanome by jako součást prvního úkolu mohlo být rozšiřování změnou vizualizace modelů molekuly (např. tyčinkový model) nebo popsání vybraných atomů (fce Label). Právě vizualizace molekul spolu se srozumitelnými informacemi vedla k tomu, že většina respondentů měla pocit, že téma pochopila.

Zjištění, že respondenty práce ve VR bavila, nebylo velkým překvapením, protože je to práce s moderními technologiemi, od kterých mají spíše problém se odtrhnout, a proto je potřeba je do výuky zařazovat, ale rozumným dávkováním, aby jim nezevšedněly.

Realizace obdobných učebních lekcí s sebou nese řadu omezení. Kromě materiálního vybavení je potřeba velmi dobrá připravenost učitele (Nanome ani VR mu nesmí být cizí), ale odměnou mu zajisté budou podobné reakce žáků jako při našem testování. Při prvním použití se musí učitel obrnit trpělivostí a nepodcenit úvodní představení a ukázky v Nanome. Nelze opomenout výběr místa pro realizaci ve škole, zejména je nutné zajistit si dobré pokrytí wifi sítě. Ideální by bylo (alespoň ze začátku) realizovat lekce ve VR v tandemu.



## 6 ZÁVĚR

Diplomová práce navazuje na mou bakalářskou práci, která se zabývala využitím virtuální reality ve výuce chemie. Ta mě uvedla do problematiky virtuální reality použitelného hardwaru, a hlavně objevila různé aplikace a programy, využitelné pro výuku chemie. Jedním z nich byl program Nanome, který na mě zapůsobil svými vizualizacemi a zároveň budil respekt svou složitostí.

Ukázalo se, že právě Nanome má asi největší potenciál pro naplnění záměrů mé diplomové práce. Nanome poskytuje největší možnosti a nesvazuje učitele pouze omezeným počtem vytvořených vizualizací (pokusů). Nanome je profesionálně využívaný nástroj ve farmaceutickém průmyslu. Jeho virtuální prostředí nabízí nejen různé vizualizace molekulárních struktur, ale uživateli umožňuje struktur se dotýkat, manipulovat a interagovat s nimi. Nenechává uživatele v pasivní roli pozorovatele a přirozeně ho zapojuje používáním různých nástrojů (měření vzdáleností, úhlů apod.). Dalším stupněm zapojení uživatele je možnost samostatně vytvářet molekulární struktury či je upravovat.

Po seznámení s popsányými možnostmi programu Nanome bylo hlavní myšlenkou dokázat je využít v navržených učebních úlohách, aby žáka zapojily a aktivovaly. Tato koncepce odpovídá trendům v moderním vzdělávání – tvořivosti, kritickému myšlení, samostatnosti, či bádání. Aby se do učební úlohy dostaly tyto aktivity, musela ustoupit původní myšlenka pouze tematicky zaměřených učebních úloh. Virtuální realita i Nanome jsou na ovládnání poměrně složité a žák potřebuje dostatečný časový prostor, aby mohl být aktivní a interagovat s molekulami. Je tedy možné obvykle zvládnout maximálně dva vybrané úkoly pro splnění, z nichž první je zaměřený na seznámení se s vybranou strukturou a jejími charakteristikami pomocí vhodně zvolených nástrojů. Druhý pak na vytváření struktury, která splňuje určitá zadaná kritéria (např. polohovou izomerii). Čas na zvládnutí učebního úkolu není omezený jenom prostorem vyučovací hodiny, ale hlavně bezpečnostními preventivními opatřeními proti vzniku kybernevolnosti. Na základě teoretických poznatků byla v praktické části navržená koncepce učební úlohy, která umožní učiteli výběr struktury a konkrétní problematiku podle RVP. Samotná realizace takto připravené učební úlohy žáka přiměje, aby danou teorii jen pasivně nepřijímal, ale aby ji řešením úkolů s nástroji Nanome sám odvodil, dokázal, případně ověřil.

Podle navržené koncepce byly vytvořeny 3 konkrétní učební úlohy, které v prvním úkolu zjišťují charakteristiky vybrané známé organické sloučeniny (např. toluen) a ve druhém úkolu žák pracuje a vytváří konkrétní typ izomerie (např. polohovou).

Realizovatelnost každé úlohy byla v praxi ověřena respondenty, kteří ji zhodnotili v zadané anketě. Výsledky ankety potvrdily, že očekávané překážky (obtížná orientace v prostředí Nanome nebo manipulace s ovladači ve VR) se podařilo respondentům zvládnout díky správné souslednosti kroků v učební úloze. Ti nakonec potvrdili předpokládané přínosy (pochopení látky, názornost vizualizovaných struktur a zaujetí), a tím byly splněny stanovené cíle diplomové práce.

Při výběru tématu jsem si nedovedla představit, čemu všemu se budu muset naučit, co vše vyzkoušet, a tak jsem raději přestala počítat hodiny strávené s počítačem, headsetem a programem Nanome. Každý nápad, který jsem dostala, jsem se musela naučit naprogramovat, vytvořit pro něj struktury, materiály a vyzkoušet, jestli funguje v Nanome. Celý proces vedl k nespočítelným předěláním a novým upraveným pokusům, než se ho podařilo dovést do použitelné podoby. Počáteční nadšení tak vystřídalo rozladění. Vše nakonec vykompenzovaly nadšené komentáře respondentů typu, „Proč nic takového neděláme v hodinách chemie!“ Po závěrečné fázi, kdy jsem byla v kontaktu s respondenty, jsem si uvědomila, že práce s virtuální realitou nemá přínos jenom do výuky chemie, ale i pro ně samotné. Odbourala totiž obavy z nové technologie, že nezvládnou zadaný úkol, naopak se všichni dokázali adaptovat na nové prostředí a vyřešit problém pomocí dostupných nástrojů. A právě osvojování takovýchto dovedností je v dnešní době, kdy moderní technologie jdou mílovými kroky vpřed, zcela zásadní pro budoucí uplatnění ve společnosti.

## 7 POUŽITÁ LITERATURE A INTERNETOVÉ ZDROJE

1. **Balada, Jan, Brant, Jiří and Brychnáčová, Eva a kol.** *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha : MŠMT, 2023.
2. *Dealing with Teachers' Technophobia in Classroom*. **Yousefi Azarfam, Ali Asghar and Jabbari, Yalda**. 2, s.l. : AASS, 2012, Vol. 2. 2167-6429.
3. *Exploring Chemical Reactions in Virtual Reality*. **Zhao, Rui, Chu, Qingzhao and Chen, Dongping**. 4, s.l. : Journal of Chemical Education, 2022, Vol. 99. 0021-9584.
4. *Exploring Chemistry with Wireless, PC-Less Portable Virtual Reality Laboratories*. **Quin, Tina, Cook, Matt and Courtney, Matt**. 2, s.l. : Journal of Chemical Education, 2020, Vol. 98. 0021-9584.
5. **Most Effective Tool for Drug Design Decision Making**. *Nanome*. [Online] Nanome Inc. <https://nanome.ai/>.
6. **Výukový model "gulagu" ve VR**. *Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Filozofická fakulta*. [Online] Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 19. Duben 2023. [Citace: 16. červenec 2024.] <https://www.ff.jcu.cz/cz/fakulta/aktualne/vytvoreni-modelu-gulagu-ve-virtualni-a-rozsirene-realite-jako-nastroje-pro-zvysovani-efektivit-vyuky-dejin-20-stoleti>.
7. **Průcha, Jan, Walterová, Eliška and Mareš, Jiří**. *Pedagogický slovník*. s.l. : Portál, 1998. 8071782521.
8. **Novotný, Moroslav a kol.** *Velké dějiny země Koruny české - školství a vzdělanost*. s.l. : Paseka, 2020. 978-80-7432-985-2.
9. **Mareš, Jiří, Průcha, Jan and Walterová, Eliška**. *Pedagogický slovník*. s.l. : Portál, 2009. 978-80-7367-647-6.
10. **Tomková, Anna, Kašová, Jitka and Dvořáková, Markéta**. *Učíme v projektech*. s.l. : Portál, 2009. 978-80-7367-527-1.
11. **Kasíková, Hana and Vališová, Alena**. *Pedagogika pro učitele*. s.l. : Grada, 2011. 978-80-247-3357-9.

12. Dostál, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: Pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 978-80-244-4393-5.
13. Sitná, Dagmar. *Metody aktivního vyučování*. Praha : Portál, 2009. 978-80-7367-246-1.
14. La Garanderie, Antoine de. *Les profils pédagogiques: discerner les aptitudes scolaires*. Paris : le Centurion, 1980. 2-227-12519-5.
15. Fleming, Neil D. and Mills, Colleen. Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection. *To Improve the Academy*. 1992, 11.
16. VARK Research - what do we know about VARK? *VARK helping you learn better*. [Online] VARK Learn Limited, 2024. [Cited: 02 04, 2024.] <https://vark-learn.com/research-statistics/>.
17. Mareš, Jiří. *Styly učení žáků a studentů*. Praha : Portál, 1998. 80-7178-246-7.
18. Biggs, John, Kember, David and Leung, Doris Y.P. The Revised Two Factor Study Process Questionnaire: R-SPQ-2F. *British Journal of Educational Psychology*. 2001, 71.
19. Mareš, Jiří. *Pedagogická psychologie*. Praha : Portál, 2013. 978-80-262-0174-8.
20. *Motivace žáků k učení*. Stránská, Zdenka and Blažková, Helena. 2001. 80-210-2588-3.
21. Pavelková, Isabella. *Motivace žáků k učení*. Praha : Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy, 2002. 80-7290-092-7.
22. *The Influence of Internal and External Factors on Learning Achievement*. Chamidaty, Totok, Yaqin, Muhammad Ainul and Suhartono, M.H. 2023. 978-2-3876-001-5.
23. *Impact of Virtual Reality Cognitive and Motor Exercises on Brain Health*. Sokolowska, Beata. s.l. : International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, Vol. 20. 1660-4601.
24. Laboratoř virtuální reality. *Provozně ekonomická fakulta*. [Online] Česká zemědělská univerzita. <https://www.pef.czu.cz/cs/r-7009-veda-a-vyzkum/r-18711-vedecke-laboratore-pef/r-18712-laborator-virtualni-reality/popis.html>.

25. Zhao, X., Ren, Y. and Cheah, K. S. L. Leading Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) in Education: Bibliometric and Content Analysis From the Web of Science (2018-2022). *Sage Open*. Sage Journals, 2023, 13.
26. Objasnění principů virtuální reality. *Adobe*. [Online] 2023.  
<https://www.adobe.com/cz/products/substance3d/discover/what-is-vr.html>.
27. *360-Degree Photo-realistic VR Conferencing*. Gunkel, Simon, Dohmen, Maleen and Stokking, Hans. s.l. : IEEE, 2019.
28. Virtuální realita - historie a současnost. *VR Education*. [Online] VR Motion, 2024. <https://vreducation.cz/virtualni-realita-historie-a-soucasnost/>.
29. Svítal, Václav. *Život s virtuální realitou, diplomová práce*. Plzeň : s.n., 2023.
30. Stibor, Lukáš. Základní a Materská škola Křemže. [Online] 29. Červenec 2024. [Cited: 29. Červenec 2024.] <https://www.zsmskremze.cz/zakladni-skola/aktualni-informace/aktuality/virtualni-realita-ve-vyuce-zemepisu-617cs.html>.
31. Virtuální realita ve výuce chemie? *Gymnázium Polička*. [Online] [Cited: červenec 15, 2024.] <https://www.gympolicka.cz/aktuality/virtualni-realita-ve-vyuce-chemie/>.
32. Virtuální realita ve výuce. *Základní škola Mohlelnice*. [Online] březen 13, 2024. [Cited: červen 16, 2024.] <https://www.zsm.cz/aktuality/virtualni-realita-ve-vyuce>.
33. Pracoviště průmyslové virtuální reality na naší škole. *VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou*. [Online] <https://www.spszr.cz/vr.html>.
34. Making Virtual Reality a Reality in Today's Classrooms. *The Journal*. [Online] listopad 1, 2018. [Cited: květen 10, 2024.] <https://thejournal.com/Articles/2018/01/11/Making-Virtual-Reality-a-Reality-in-Todays-Classrooms.aspx?Page=2>.
35. How will VR change the future of education? *CLASS VR*. [Online] říjen 26, 2023. <https://www.classvr.com/blog/how-will-vr-change-the-future-of-education/>.

36. Ochs, Carli and Sonderegger, Andreas. The Interplay Between Presence and Learning. *Frontiers in Virtual Reality*. 2022, 3.
37. Motivace. *npi, Metodický portál RVP.CZ*. [Online] říjen 17, 2011.  
[https://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogick%C3%BD\\_lexikon/M/Motivace](https://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogick%C3%BD_lexikon/M/Motivace).
38. Kučerová, Jana. *Vnitřní motivace žáků k učení na 2.stupni základních škol, diplomová práce*. Hradec králové : s.n., 2022.
39. Felcmanová, Lenka and Habrová, Martina a kol. *Katalog podpůrných opatření*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 978-80-244-4655-4.
40. Metodika k využití VR. *MUNI SCI, virtuální realita*. [Online] Masarykova univerzita, 2024. <https://www.sci.muni.cz/virtualnirealita/jak-vyuziti-vr/metodika-k-vyuziti-vr>.
41. *Virtuální realita a umělá inteligence jako zásadní fenomény odborného vzdělávání*. Marinič, Peter and Pecina, Pavel. Brno : iCOLEE, 2023.
42. Fajnerová, Iveta and Francová, Anna. Technologie virtuální reality a její uplatnění v péči o duševní a tělesné zdraví. *Šance Dětem*. [Online] únor 27, 2023. <https://sancedetem.cz/technologie-virtualni-reality-jeji-uplatneni-v-peci-o-dusevni-telesne-zdravi>. 1805-8876.
43. Kennedy, Emma. Can virtual reality revolutionize education? *CNN Health*. [Online] CNN Sans, listopad 1, 2018.  
<https://edition.cnn.com/2018/11/01/health/virtual-reality-education/index.html>.
44. *Experimental and in silico evidence suggests vaccines are unlikely to be affected by D614G mutation in SARS-CoV-2 Spike protein*. McAuley, A.J, and Kupier, M.J. a kol. s.l. : npj Vaccines, 2020.
45. *Live Virus Neutralisation of the 501Y.V1 and 501Y.V2 SARS-CoV-2 Variants following INO-4800 Vaccination of Ferrets*. Rindell, Shane and Goldie, Sarah, a kol. s.l. : Frontiers in Immunology, 2021, Vol. 12. 34248993.
46. *Computational Studies of SARS-CoV-2 3CLpro: Insights from MD Simulations*. Grotessi, Alessandro and Bešker, Neva, a kol. 15, s.l. : MDPI, 2020, Vol. 21. 1422-0067.

47. Enterprise Pricing. *Nanome*. [Online] Nanome Inc. <https://nanome.ai/pricing/>.
48. Minimum and Recommended PC Specs. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., prosinec 4, 2023. <https://docs.nanome.ai/help/pchardware.html>.
49. Compatible Headset. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., leden 31, 2022. <https://docs.nanome.ai/>.
50. NanoSpin: A Glimpse into Nanome's Vision for the Future with Apple Vision Pro. *Nanome*. [Online] Nanome Inc., březen 8, 2024. <https://nanome.ai/blog/nanospin:-a-glimpse-into-nanome's-vision-for-the-future-with-apple-vision-pro/>.
51. RCSB PDF. *RCSB PDB*. [Online] RCSB PDB Core Operations. <https://www.rcsb.org/>.
52. The pharmaceutical data you've been looking for. *DRUGBANK online*. [Online] <https://go.drugbank.com/>.
53. Explore Chemistry. *PubChem*. [Online] National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>.
54. Load. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., březen 30, 2023. <https://docs.nanome.ai/navigation/menus.html#load>.
55. Nanome Vault. *Nanome Trial*. [Online] Nanome. <https://vault-trial.nanome.ai/>.
56. Nanome Docs. [Online] Nanome Inc., leden 31, 2022. <https://docs.nanome.ai/>.
57. Lobby Left Window. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., duben 12, 2023. <https://docs.nanome.ai/navigation/lobby.html#lobby-top-bar>.
58. Lobby Top Bar. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., prosinec 4, 2023. <https://docs.nanome.ai/navigation/lobby.html#nanome-basics>.
59. Enviroment. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., říjen 1, 2020. <https://docs.nanome.ai/navigation/environment.html>.
60. Tools Menu. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., leden 4, 2021. <https://docs.nanome.ai/navigation/toolsmenu.html#torsion-tool>.
61. Measurement Tool. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., leden 4, 2021. <https://docs.nanome.ai/navigation/toolsmenu.html#measurement-tool>.



62. Draw Tool. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., leden 4, 2021.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/toolsmenu.html#draw-tool>.
63. Torsion Tool. *Nanome Docs*. [Online] Nanome, duben 1, 2021.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/toolsmenu.html#selection-tool>.
64. Selection Tool. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., leden 4, 2021.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/toolsmenu.html#selection-tool>.
65. MedChem Tools. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., leden 4, 2021.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/toolsmenu.html#medchem-tools>.
66. Entry List. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., březen 30, 2023.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/menus.html#entry-list>.
67. Entry List Action. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., březen 30, 2023.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/menus.html#menu-actions>.
68. Device Limiter. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., březen 30, 2023.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/menus.html#device-limiter>.
69. Color. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc, 3 30, 2023.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/menus.html#display>.
70. Display. *Nanome Docs*. [Online] Nanome, březen 30, 2023.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/menus.html#display>.
71. Quick Menus. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., 10 25, 2022.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/wristmenu.html#quick-menus>.
72. Settings. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., 10 25, 2022.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/wristmenu.html#settings>.
73. Room. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., 10 25, 2022.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/wristmenu.html#room>.
74. Nanome - macros. *Nanome*. [Online] GitHub, Inc., 2024.  
<https://github.com/nanome-ai/nanome-macros/tree/master/Examples>.
75. Getting started. *Lua*. [Online] Lua, červenb 25, 2024.  
<https://www.lua.org/start.html>.

76. API - Documentation. *Nanome - macros*. [Online] GitHub, Inc., 2024.  
<https://github.com/nanome-ai/nanome-macros/blob/master/Documentation/API.md>.
77. Voice Command. *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., únor 7, 2020.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/voicecommand.html#menu-commands>.
78. Payne, Stanley Le Baron. *The Art of Asking Questions*. s.l. : Princeton University Press, 1951. 9780691615684.
79. Kročková, Taťána. Jak udělat anketu a čím se liší od dotazníku? *Student Mag*. [Online] CzechNetMedia s.r.o, prosinec 17, 2021.
80. Likert, Rensis. *A technique for the measurement of attitudes*. s.l. : Archives of Psychology, 1932. 0598579877.
81. *The Likert Scale: Exploring the unknowns and their potencial to mislead the world*. Alhassan, Ibrahim and Opuni, Frank. 2, s.l. : UDS International Journal of Development , 2022, Vol. 9. 2026-5336.
82. *The Impact of Midpoint Responses and Reverse Coding on Survey Data*. Weems, Gail and Onwuegbuzie, Anthony. 3, s.l. : Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 2001, Vol. 34. 0748-1756.
83. *A comparison of Best-Worst Scaling and Likert Scale methods on peer-to-peer accommodation attributes*. Heo, Cindy, Kim, Bona and kol., a. s.l. : Journal of Business Research, 2022, Vol. 148.
84. *Using Likert\_Type Scales i the Social Sciences*. roasmun, James and Ostrom, Lee. 1, s.l. : Journal of Adult Education, 2011, Vol. 40. 0090-4244.
85. Meta Quest 2 (128GB). *Alza.cz*. [Online] Alza.cz a.s.  
[https://www.alza.cz/gaming/oculus-quest-2-128gb-d6695608.htm?gclid=CjwKCAjw2dG1BhB4EiwA998cqHmTMB5RqCsyc58rcFwidr\\_NNQ8X5stwpWeu5bpBPPs\\_xnSo\\_ejLFhoCHU8QAvD\\_BwE&kampaign=adwacc\\_prislusenstvi-pro-ittv\\_bee\\_pro\\_obecna\\_prislusenstvi-pro-ittv-bryle-pro-vr-meta-que](https://www.alza.cz/gaming/oculus-quest-2-128gb-d6695608.htm?gclid=CjwKCAjw2dG1BhB4EiwA998cqHmTMB5RqCsyc58rcFwidr_NNQ8X5stwpWeu5bpBPPs_xnSo_ejLFhoCHU8QAvD_BwE&kampaign=adwacc_prislusenstvi-pro-ittv_bee_pro_obecna_prislusenstvi-pro-ittv-bryle-pro-vr-meta-que).
86. Meta Quest 2 (256GB). *Alza.cz*. [Online] Alza.cz a.s.  
<https://www.alza.cz/gaming/oculus-quest-2-256gb-d6622192.htm>.

87. **Get started with Meta Quest 2.** *Meta*. [Online] Meta.  
<https://www.meta.com/quest/products/quest-2/>.
88. **Compare your Meta Quest.** *Meta*. [Online] Meta.  
<https://www.meta.com/quest/compare/>.
89. **Porovnání zboží.** *Alza.cz*. [Online] Alza.cz a.s.  
<https://www.alza.cz/porovnani.htm?c=CES9a003ja3b;OC002b2s;OC002b2v1;OC002b2v1UK;OC002b2da2>.
90. **Lua Binaries.** *Lua*. [Online] Lua.org. <https://luabinaries.sourceforge.net/>.
91. **Code Editing.** *Visual Studio Code*. [Online] <https://code.visualstudio.com/>.
92. **ChemSketch Freeware.** *ACD/Labs*. [Online] Advances Chemistry Development, Inc. <https://www.acdlabs.com/resources/free-chemistry-software-apps/chemsketch-freeware/>.
93. **Lobby.** *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., prosinec 4, 2023.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/lobby.html#update-banner>.
94. **MS Office mří do světa virtuální reality.** Louda, Pavel. s.l. : Computerworld, 2024. 1212-6810.
95. **Intrinsic Motivation Inventory: Psychometric Properties in the Context of First Language and Mathematics Learning.** Monteiro, Vera, Mata, Lourdes and Peixoto, Francisco. s.l. : Psicologia Reflexão e Crítica, 2015. 1678-7153.
96. **Duncan, Teresa, et al. A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ).** Ann Arbor : University of Michigan, 1991.
97. **Hierarchy Menu.** *Nanome Desc*. [Online] Nanome Inc., březen 30, 2023.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/menus.html#hierarchy-menu>.
98. **Torsion Tool.** *Nanome Docs*. [Online] Nanome Inc., leden 4, 2021.  
<https://docs.nanome.ai/navigation/toolsmenu.html#torsion-tool>.

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Model VARK.....	14
Obrázek 2 - Rozložení stylů učení, a) rozložení počtu využití preferovaných vjemů, b) rozložení podnětů s primárním využíváním jednoho vjemu (16) .....	14
Obrázek 3 - Učební styly podle motivace a záměru .....	15
Obrázek 4 - Vliv vnitřních a vnějších faktorů na výsledky učení (22).....	18
Obrázek 5 - Ukázky z představení Nanome na webu – převzato z (5).....	25
Obrázek 6 - Ukázka Lobby menu s vyznačením vybraných funkcí .....	28
Obrázek 7 - Ukázka teleportace uživatele, a) pohled z původní pozice a výběr pole, b) pohled po přemístění .....	30
Obrázek 8 - Ukázka škálování struktury, a) zvětšení (pohyb ovladači směrem od sebe), b) zmenšení (pohyb ovladači směrem k sobě).....	30
Obrázek 9 - Ukázka pohybu s menu, a) uchopení menu Entry List, b) přiblížení menu	31
Obrázek 10 - Nabídka nástrojů se základními funkcemi .....	32
Obrázek 11 - Ukázka nástroje ruka, a) označení vybraného atomu, b) změření délky vazby C-H v metanu, c) změření vazebného úhlu v metanu .....	32
Obrázek 12 - Ukázka nástroje kreslení, a) bílá tabule s poznámkami uživatele, b) vpisování poznámek do načtené prezentace.....	33
Obrázek 13 - Ukázka nástroje pro torzi, a) molekula etanu – nezákrytová konformace, b) užití nástroje pro torzi, c) molekula etanu – zákrytová konformace.....	33
Obrázek 14 - Ukázka nástroje pro torzi, a) červené označení při výběru neotočné vazby, b) žluté označení při výběru místa, kde je rotace možná.....	34
Obrázek 15 - Ukázka nástroje výběru, a) výběr atomů, b) vybraný atom dusíku v molekule kofeinu včetně popisu .....	34
Obrázek 16 - Nabídka výběru se základními funkcemi.....	35
Obrázek 17 - Ukázka nástroje pro medicínální chemii, a) nastavení v záložce přípravy, b) výběr předpřipraveného pentanu v záložce stavby .....	35

Obrázek 18 - Ukázka podnástroje MedChem periodická tabulka, a) periodická tabulka, b) přesun druhého atomu uhlíku z tabulky při stavbě molekuly etanu.....	36
Obrázek 19 - Vybraná akční tlačítka Načítací nabídky se základními funkcemi .....	37
Obrázek 20 - Ukázky práce s akčními tlačítky Načítací nabídky, a) výběr molekuly metanu, b) orámování molekuly metanu .....	37
Obrázek 21 - Ukázky obarvování (Color), a) výběr jednoho atomu uhlíku a barvy, b) výsledek po obarvení tmavě zelenou .....	38
Obrázek 22 - Ukázky různého zobrazení (Display) metanu, a) nabídka možných zobrazení, b) různá zobrazení metanu uspořádána podle nabídky .....	39
Obrázek 23 - Ukázky práce s menu na zápěstí, a) výběr položky kamery, b) pořízený selfie snímek u nastaveného avatara z položky nastavení.....	40
Obrázek 24 - Vybrané položky menu na zápěstí se základními funkcemi .....	40
Obrázek 25 - Headset Meta Quest 2, a) čelní pohled, b) boční pohled, c) ovladače – převzato z (87).....	45
Obrázek 26 - Tlačítka trigger (spoušť) a grip na ovladačích s popisem ovládání v Nanome.....	47
Obrázek 27 - Joysticky na ovladačích s popisem ovládání v Nanome .....	47
Obrázek 28 - Tlačítka na kruhové ploše ovladačů s popisem ovládání v Nanome .....	48
Obrázek 29 - Ukázka IntelliSense při psaní kódu ve VS Code jazykem Lua .....	49
Obrázek 30 - Ukázka vytvořené molekuly benzenu, a) strukturní vzorec v ChemSketch, b) 3D model v Nanome .....	50
Obrázek 31 - Ukázka ankety vypracované v MS Forms, a) v mobilu, b) na počítači ....	51
Obrázek 32 - Úvod makra, a) kód, b) ukázka funkčnosti kódu v Nanome .....	54
Obrázek 33 - Nastavení časového intervalu čekání a funkce hlaska v makru .....	54
Obrázek 34 - Volání funkce hlaska, a) kód, b) ukázka funkčnosti kódu v Nanome .....	55
Obrázek 35 - Nastavení časového intervalu čekání a funkce hlaska v makru .....	55
Obrázek 36 - Příkaz načtení molekuly, a) kód, b) ukázka funkčnosti kódu v Nanome .	55

Obrázek 37 - Nalezení Menu Load a jeho aktivace (otevření) v makru.....	56
Obrázek 38 - Ukázka výkladových snímků v prezentaci .....	57
Obrázek 39 - Ukázka snímku určeného pro nápovědu .....	57
Obrázek 40 - Ukázka snímku určeného pro nápovědu .....	58
Obrázek 41 - Spuštění základního tutoriálu z Lobby .....	59
Obrázek 42 - Základní tutoriál, uvítání a první krok .....	59
Obrázek 43 - Základní tutoriál, ukázka splnění prvního kroku .....	60
Obrázek 44 - Základní tutoriál, splnění části druhého kroku, uchopení struktury .....	60
Obrázek 45 - Základní tutoriál, splnění druhého kroku, zvětšení struktury .....	61
Obrázek 46 - Splnění třetího kroku, oddálení struktury .....	61
Obrázek 47 - Čtvrtý krok, otevření menu akcí .....	62
Obrázek 48 - Čtvrtý krok, otevření menu nástrojů .....	62
Obrázek 49 - Šestý krok, aktivace zámku pro přemístění avatara.....	63
Obrázek 50 - Sedmý krok, tlačítko pro obnovení původní orientace .....	63
Obrázek 51 - Přihlášení do Nanome .....	65
Obrázek 52 - 1) spuštění tutoriálu, 2) změna avatara, 3) vytvoření místnosti .....	66
Obrázek 53 - výběr makra Uloha_2 a jeho spuštění.....	66
Obrázek 54 - Výstupy makra Uloha_2 .....	67
Obrázek 55 - Postup otvírání prezentace uložené v adresáři VAULTU.....	67
Obrázek 56 - Snímky první části prezentace (po zadání prvního úkolu).....	68
Obrázek 57 - Autorské řešení prvního úkolu (zadání viz Obrázek 56) .....	69
Obrázek 58 - Snímky druhé části prezentace (se zadáním druhého úkolu).....	69
Obrázek 59 - Autorské řešení druhého úkolu (zadání viz Obrázek 58).....	70
Obrázek 60 - Položky první části ankety .....	72
Obrázek 61 - Položky druhé části ankety .....	73
Obrázek 62 - Položky třetí části ankety .....	73

Obrázek 63 - Položky poslední části ankety ..... 74



## 9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Přehled hlasových příkazů a jejich kombinací .....	43
Tabulka 2 - Chronologický návrh skladby učebních úloh.....	53
Tabulka 3 - Zkušenost v s VR .....	75
Tabulka 4 - Pocit kybernevolnosti .....	75
Tabulka 5 - Práce s headsetem.....	76
Tabulka 6 - Manipulace s ovladači .....	76
Tabulka 7 - Orientace v Nanome .....	76
Tabulka 8 - Srozumitelnost pokynů.....	77
Tabulka 9 - Názornost vizualizací .....	77
Tabulka 10 - Zaujetí VR .....	78
Tabulka 11 - Pochopení tématu .....	78
Tabulka 12 – Doplnění ankety vlastními slovy .....	79

## 10 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Zkušenost s VR .....	75
Graf 2 - Pocit kybernevolnosti.....	75
Graf 3 - Práce s headsetem .....	76
Graf 4 - Manipulace s ovladači.....	76
Graf 5 - Orientace v Nanome.....	76
Graf 6 - Srozumitelnost pokynů.....	77
Graf 7 - Názornost vizualizací .....	77
Graf 8 - Zaujetí VR.....	78
Graf 9 - Pochopení tématu .....	78

## 11 SEZNAM DIGITÁLNÍCH PŘÍLOH

Uloha\_1.lua

S\_Nanome\_jako\_profesional\_1.pdf

S\_Nanome\_jako\_profesional\_1.pptx

Toluen.pdb

Pentan.pdb

Uloha\_2.lua

S\_Nanome\_jako\_profesional\_2.pdf

S\_Nanome\_jako\_profesional\_2.pptx

Benzen.pdb

2,3-dichlorbutan.pdb

Uloha\_3.lua

S\_Nanome\_jako\_profesional\_3.pdf

S\_Nanome\_jako\_profesional\_3.pptx

1,2-dimethylcyklopropan.pdb

Isopren.pdb

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Zdrojový kód makra pro 1. učební úlohu (včetně komentářů)

Příloha 2 - Prezentace pro 1. učební úlohu

Příloha 3 - Autorská řešení 1. učební úlohy

Příloha 4 - Zdrojový kód makra pro 2. učební úlohu (včetně komentářů)

Příloha 5 - Prezentace pro 2. učební úlohu

Příloha 6 - Autorská řešení 2. učební úlohy

Příloha 7 - Zdrojový kód makra pro 3. učební úlohu (včetně komentářů)

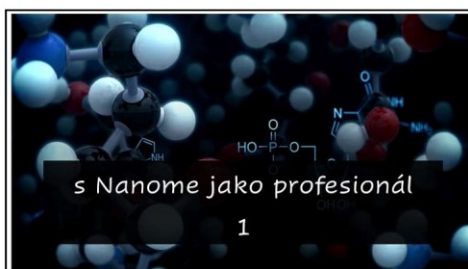
Příloha 8 - Prezentace pro 3. učební úlohu

Příloha 9 - Autorská řešení 3. učební úlohy

## Příloha 1 - Zdrojový kód makra pro 1. učební úlohu (včetně komentářů)

```
Uloha_1.lua
C: > Users > Pavla > OneDrive - Gymnázium, České Budějovice, Česká 64 > Bland'a > Diplomka > programy Lua > Uloha_1.lua
1  --[[
2  |
3  |   Uvod pro S Nanome jako profesional 1
4  |
5  |]]
6
7  cas=2000 -- nastavení časové prodlevy v milisekundách
8
9  function hlaska(text)          -- funkce pro zobrazení infoemací uživateli
10     Command_Wait(cas/2);       -- text informace se píše až při volání funkce
11     Command_Notification(text);
12     Command_Wait(cas);
13 end
14
15 function main ()
16     molekuly=Selection_GetMolecules() -- označí do výběru všechny molekuly
17     Command_Delete(molekuly)         -- vymaže všechny molekuly z prostředí Nanome
18
19     hlaska("Vítám vás v Nanome u dnešní úlohy"); -- volání funkce pro zobrazení informace uživateli
20     -- informace se píše mezi horní uvozovky
21
22     hlaska("Jak se označuje, když mají molekuly stejně počty atomů, ale jiné názvy?")
23     Command_Wait(cas);
24     hlaska("Co vás tedy čeká? IZOMERY, ale jen jeden typ...");
25
26     hlaska("V Nanome pracují odborníci s různými strukturami");
27
28     Command_Load("Toluen", "PDB", "FILE", Path_Make("{DESKTOP}/DP/toluen.pdb")); -- načtení struktury
29     hlaska("molekula toluenu"); -- info uživateli
30     Selection_All();
31     Command_ShowHydrogens(true); -- podoba vizualizace molekuly
32     Command_ShowHetAtomsBonds(true);
33     Command_SetAtomsBondsRender("balls+sticks");
34
35     Command_Load("Pentan", "PDB", "FILE", Path_Make("{DESKTOP}/DP/pentan.pdb"));
36     hlaska("molekula pentanu");
37     Selection_All();
38     Command_ShowHydrogens(true);
39     Command_ShowHetAtomsBonds(true);
40     Command_SetAtomsBondsRender("balls+sticks");
41
42     hlaska("Otevřít Menu Entry");
43     nabidky = Menu_FindByName("entry"); -- vybrat menu Entry
44     Menu_SetVisible(nabidky, true); -- aktivace Menu
45
46     hlaska("Otevřít Menu Load");
47     nabidky = Menu_FindByName("load");
48     Menu_SetVisible(nabidky, true);
49
50     hlaska("V Menu Load si otevřít STACKS");
51     Command_Wait(3*cas);
52
53     hlaska("Nyní vyber VAULT");
54     Command_Wait(3*cas);
55
56     hlaska("Nyní otevřít ve složce MyOrg/Blanka_DP/1. soubor S NANOME JAKO PROFESIONÁL 1 ");
57     Command_Wait(3*cas);
58
59     hlaska("Dál už pracuj s prezentací");
60
61 end
```

## Příloha 2 - Prezentace pro 1. učební úlohu



1

### TOLUEN (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>)

- se vzduchem tvoří **traskavou směs**
- je **rozpuštědlem** barev a laků
- slouží pro výrobu trhaviny **TNT**

Nahrání toluenu si v Nanome prohlédnete, využijete ho při plnění úkolu.

methylbenzen

3

### Nápověda pro úkol 1 pro měření délek vazeb (další slide)

Menu nástroje, Measure

Nástroj pro měření (objeví se v pravé ruce):

- Pro délku vazby (se označují 2 sousední atomy).
- Pro velikost úhlu (se označují 3 atomy, kde prostřední je vrcholem úhlu).

5

### ...IZOMERY

JSOU SLOUČENINY SE STEJNÝM SUMÁRNÍM VZORCEM, ALE **RŮZNOU STRUKTUROU** ČI **PROSTOROVÝM USPOŘÁDÁNÍM**

7

butan C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>      2-methylpropan C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>

V Nanome byly vytvořeny dvě molekuly (4 uhlíky, 10 vodíků), pro usnadnění pojmenování byly odlišně obarveny hlavní řetězec a zbytky.

(Obrázky si prohlédněte, protože podobné budete vytvářet)

9

### 2. ÚKOL (Izomerie řetězců)

Sumární vzorec pentanu je C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>.

Kolik izomerů má tato molekula?

(vytvořte a pojmenujte je)

**Zapište počet izomerů:**

S jedním vytvořeným izomerem si udělej selfie a pošli ho na e-mail:

11

### Procvičení manipulace

Nahrnou molekulu (okno) si zkuste zvětšit, zmenšit, otočit a přemístit, aby se molekuly nepřekrývaly.

Ize měnit velikost molekuly a prezentaci

Ize přemístit molekuly, menu a prezentaci

2

### DĚLKA VAZBY

je **průměrná vzdálenost mezi jádry** dvou vázaných atomů v molekule.

(Nanome používá jednotku délky Ångström, 1Å = 100pm)

4

### 1. ÚKOL (Délky vazeb)

Porovnejte délky vazeb v molekule toluenu:

**modře zakroužkujte vazbu nejdelší**

**červeně zakroužkujte vazbu nejkratší**

**C—H      C—C      C=C**

6

### IZOMERIE ŘETĚZCŮ

liší se **tvarem uhlíkového řetězce**, ale patří ke stejné homologické řadě

butan C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>      2-methylpropan C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>

8

### Nápověda pro úkol 2 pro vytvoření a obarvení molekuly (další slide)

Menu nástroje, MedChem

Menu nástroje (objeví se na levém zápästí)

Nástroje pro výběr, barvení (objeví se na levém zápästí)

10

### ANKETA

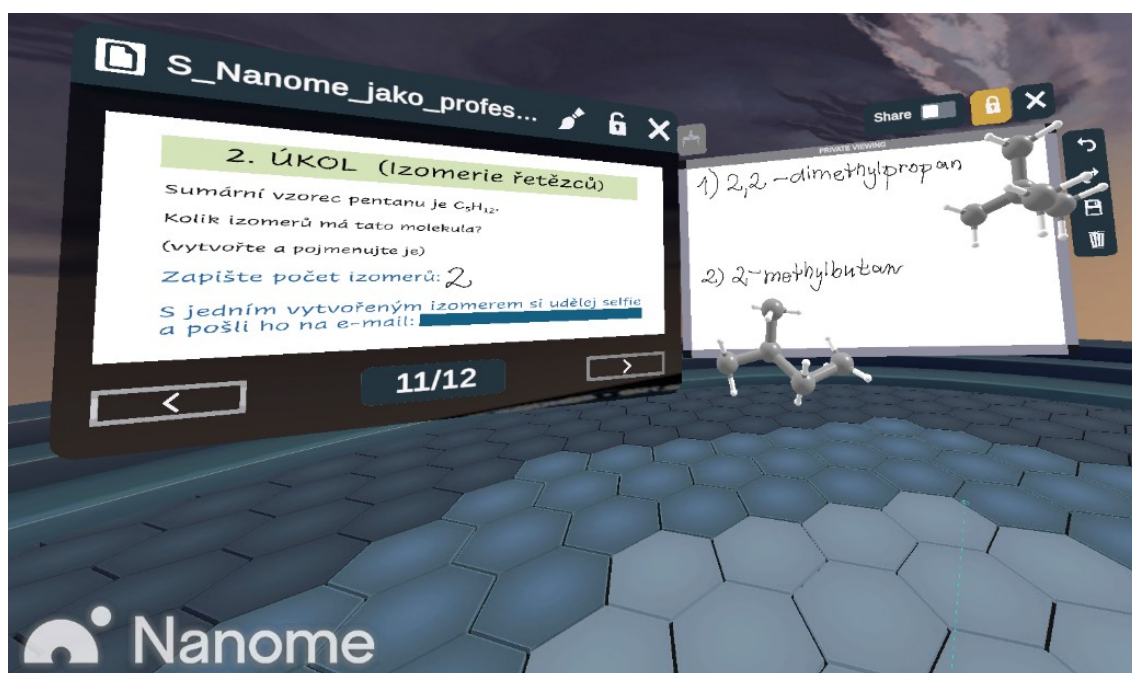
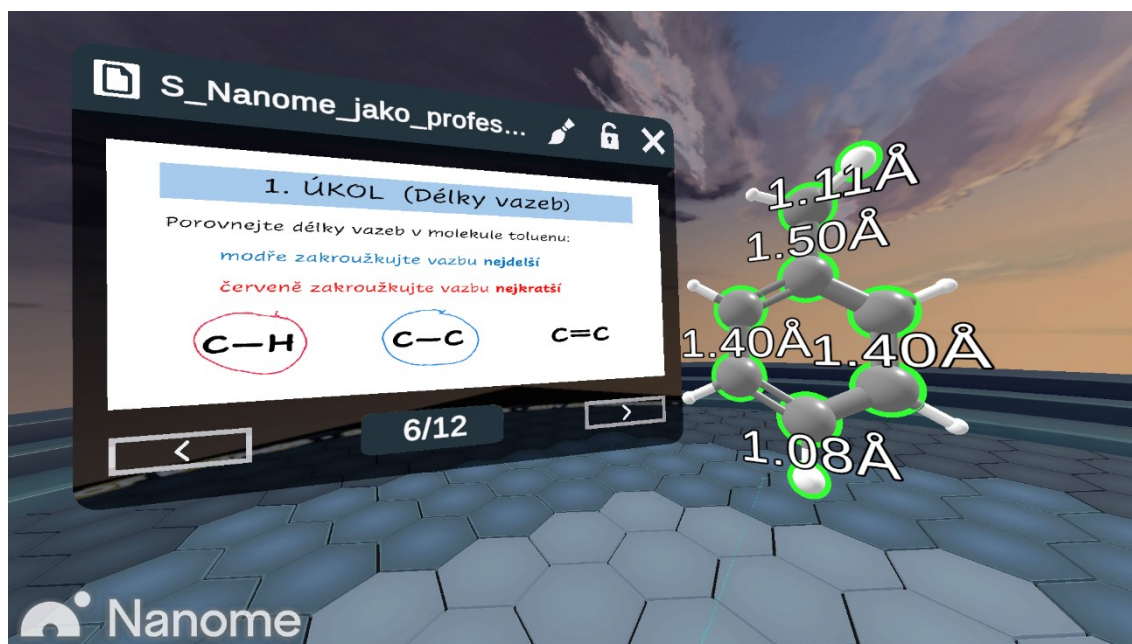
Otevřete webový prohlížeč a přepište adresu odkazu – můžete vyplnit v Nanome nebo již na svém mobilním telefonu.

<https://forms.office.com/e/DQa4wf4PWW>

V Nanome je potřeba využít: Menu na levém zápästí- Prohlížeč

12

Příloha 3 - Autorská řešení 1. učební úlohy

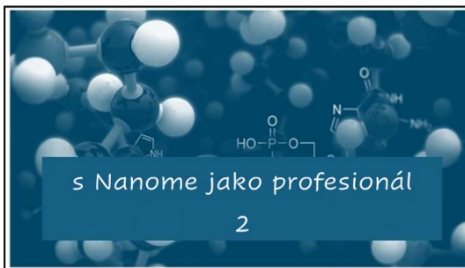




## Příloha 4 - Zdrojový kód makra pro 2. učební úlohu (včetně komentářů)

```
Uloha_2.lua X
C: > Users > Pavla > OneDrive - Gymnázium, České Budějovice, Česká 64 > Blanda > Diplomka > programy Lua > Uloha_2.lua
1  --[[
2
3  | Uvod pro S Nanome jako profesional 2
4
5  ]]
6
7  cas=2000 -- nastavení časov prodlevy v milisekundách
8
9  function hlaska(text)          -- funkce pro zobrazení infoemach uživateli
10     Command_Wait(cas/2);      -- text informace se píše až při volání funkce
11     Command_Notification(text);
12     Command_Wait(cas);
13 end
14
15 function main ()
16     molekuly=Selection_GetMolecules() -- označí do výběru všechny molekuly
17     Command_Delete(molekuly)        -- vymaže všechny molekuly z prostředí Nanome
18
19     hlaska("Vítám Vás v Nanome u dnešní úlohy"); -- volání funkce pro zobrazení informace uživateli
20     -- informace se píše mezi horní uvozovky
21
22     hlaska("Kolikavazný je uhlík?")
23     Command_Wait(cas);
24     hlaska("maximálně 4-vazný")
25     hlaska("Co vás tedy čeká? POLOHOVÁ IZOMERIE...");
26
27     hlaska("V Nanome pracují odborníci s různými strukturami");
28
29     Command_Load("Benzen", "PDB", "FILE", Path_Make("{DESKTOP}/DP/benzen.pdb")); -- načtení struktury
30     hlaska("molekula benzenu"); -- info uživateli
31     Selection_All();
32     Command_ShowHydrogens(true); -- podoba vizualizace molekuly
33     Command_ShowHetAtomsBonds(true);
34     Command_SetAtomsBondsRender("balls+sticks");
35
36     Command_Load("2,3-dichlorbutan", "PDB", "FILE", Path_Make("{DESKTOP}/DP/2,3-dichlorbutan.pdb"));
37     hlaska("molekula 2,3-dichlorbutanu");
38     Selection_All();
39     Command_ShowHydrogens(true);
40     Command_ShowHetAtomsBonds(true);
41     Command_SetAtomsBondsRender("balls+sticks");
42
43     hlaska("Otevřít Menu Entry");
44     nabidky = Menu_FindByName("entry"); -- výběr menu Entry
45     Menu_SetVisible(nabidky, true); -- aktivace Menu
46
47     hlaska("Otevřít Menu Load");
48     nabidky = Menu_FindByName("load");
49     Menu_SetVisible(nabidky, true);
50
51     hlaska("V Menu Load si otevřít STACKS");
52     Command_Wait(3*cas);
53
54     hlaska("Nyní vyber VAULT");
55     Command_Wait(3*cas);
56
57     hlaska("Nyní otevřít ve složce MyOrg/Blanka_DP/2. soubor S NANOME JAKO PROFESIONÁL 2 ");
58     Command_Wait(3*cas);
59
60     hlaska("Dál už pracuj s prezentací");
61
62 end
```


Příloha 5 - Prezentace pro 2. učební úlohu



s Nanome jako profesionál  
2

### Procvičení manipulace

Nahranou molekulu (okno) si zkuste zvětšit, zmenšit, otočit a přemístit, aby se molekuly nepřekrývaly.

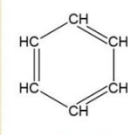


Ize měnit velikost molekuly a prezentace

Ize přemístit molekuly, menu a prezentaci

### BENZEN (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

- v průmyslu používán jako **rozpuštědlo**
- slouží pro výrobu **léčiv, barviv, výbušnin a kosmetických přípravků**



benzen

Nahraný benzen si v Nanome prohlédněte, využijete ho při plnění úkolu.

### VAZEBNÝ ÚHEL

je **velikost úhlu**, který svírají dvě vazby se společným atomem v molekule.

(Nanome používá jednotku délky úhlové stupně,  $360^\circ = 2\pi$  rad)

### Nápověda pro úkol 1 pro měření délek vazeb (další slide)



Menu nástroje, Measure

Nástroj pro měření (objeví se v pravé ruce):

- Pro délku vazby (se označují 2 sousední atomy).
- Pro velikost úhlu (se označují 3 atomy, kde prostřední je vrcholem úhlu).

### 1. ÚKOL (Vazebný úhel)

Napište velikosti vazebných úhlů v molekule benzenu:


**H-C-C**    **H-C=C**    **C-C=C**

### ...IZOMERY

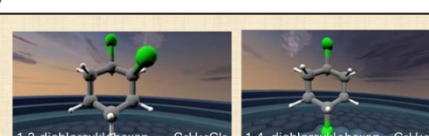
JSOU SLOUČENINY SE STEJNÝM SUMÁRNÍM VZORCEM, ALE **RŮZNOU STRUKTUROU** ČI **PROSTOROVÝM USPOŘÁDÁNÍM**

### IZOMERIE POLOHOVÁ

liší se **polohou substituentů** nebo **polohou násobné vazby** v molekule



1,2-dichlorocyklohexan C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub>    1,4-dichlorocyklohexan C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub>



1,2-dichlorocyklohexan C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub>    1,4-dichlorocyklohexan C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>Cl<sub>2</sub>

V Nanome byly vytvořeny dvě molekuly (4 uhlíky, 10 vodíků), pro usnadnění pojmenování byly odlišně obarveny hlavní řetězec a zbytky.

(Obrázky si prohlédněte, protože podobné budete vytvářet)

### Nápověda pro úkol 2 pro vytvoření a obarvení molekuly (další slide)



Menu nástroje, MedChem


Menu nástroje (objeví se na levém zápěstí)

Nástroje pro výběr, barvení (objeví se na levém zápěstí)

### 2. ÚKOL (Izomerie polohová)

U molekuly 2,3-dichlorbutanu vytvořte všechny další možné polohové izomery a pojmenujte je.

Kolik polohových izomerů jste vytvořili?




2,3-dichlorbutan C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>Cl<sub>2</sub>

Napište:  
S vytvořeným izomerem se vyfoťte a pošlete na adresu:

### ANKETA

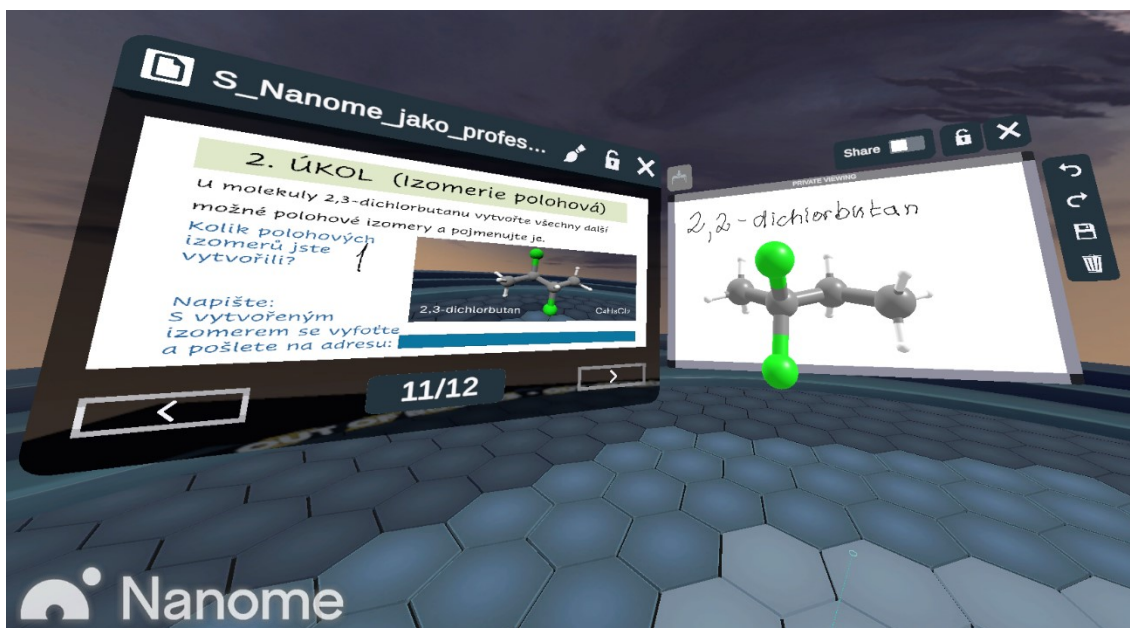
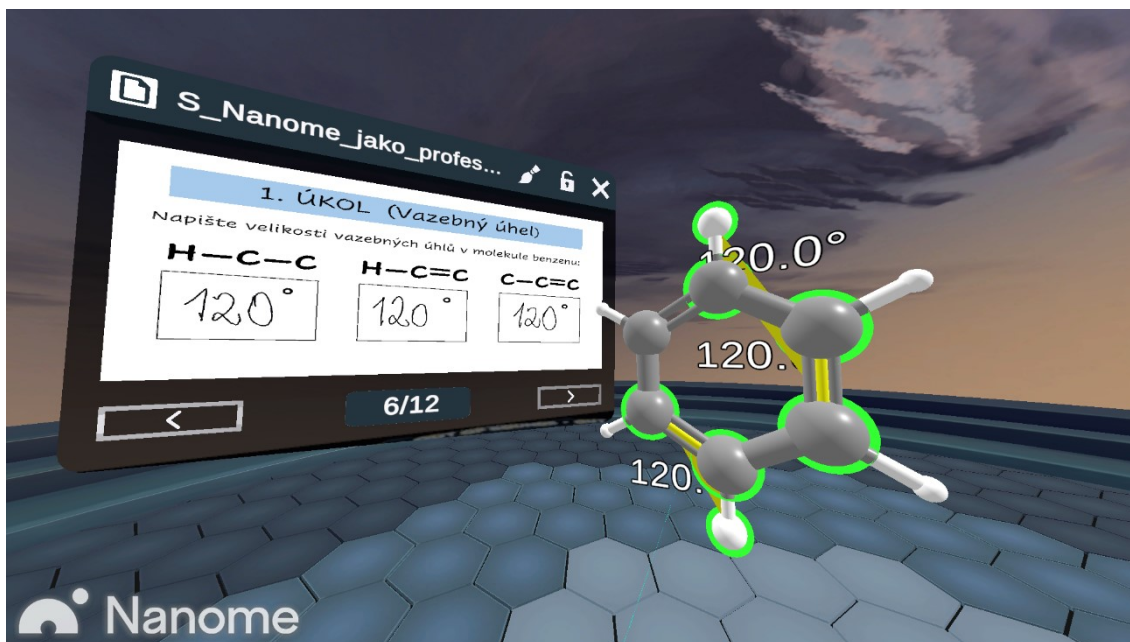
Otevřete webový prohlížeč a přepište adresu odkazu – můžete vyplnit v Nanome nebo již na svém mobilním telefonu.

<https://forms.office.com/e/DQa4wf4PWW>



V Nanome je potřeba využít:  
Menu na levém zápěstí- Prohlížeč

Příloha 6 - Autorská řešení 2. učební úlohy

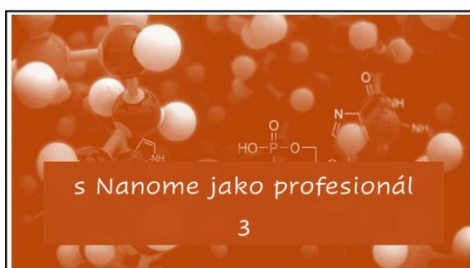


## Příloha 7 - Zdrojový kód makra pro 3. učební úlohu (včetně komentářů)

```
Uloha_3.lua X
C: > Users > Pavla > OneDrive - Gymnázium, České Budějovice, Česká 64 > Blandá > Diplomka > programy Lua > Uloha_3.lua
1  --[[
2
3  | Uvod pro S Nanome jako profesional
4
5  ]]
6
7  cas=2000 -- nastavení časové prodlevy v milisekundách
8
9  function hlaska(text)          -- funkce pro zobrazení infoemací uživateli
10     Command_Wait(cas/2);      -- text informace se píše až při volání funkce
11     Command_Notification(text);
12     Command_Wait(cas);
13 end
14
15 function main ()
16     molekuly=Selection_GetMolecules() -- označí do výběru všechny molekuly
17     Command_Delete(molekuly)        -- vymaže všechny molekuly z prostředí Nanome
18
19     hlaska("Vítám vás v Nanome u dnešní úlohy"); -- volání funkce pro zobrazení informace uživateli
20     -- informace se píše mezi horní uvozovky
21
22     hlaska("Který prvek je nejtypičtější pro organickou chemii?")
23     Command_Wait(cas);
24     hlaska("uhlík - C - latinsky Carboneum")
25     hlaska("Co vás dneska čeká? STEREOIZOMERY...");
26
27     hlaska("V Nanome pracují odborníci s různými strukturami");
28
29     Command_Load("Isopren", "PDB", "FILE", Path_Make("{DESKTOP}/DP/isopren.pdb")); -- načtení struktury
30     hlaska("molekula isoprenu"); -- info uživateli
31     Selection_All();
32     Command_ShowHydrogens(true); -- podoba vizualizace molekuly
33     Command_ShowHetAtomsBonds(true);
34     Command_SetAtomsBondsRender("balls+sticks");
35
36     Command_Load("1,2-dimethylcyklopropan", "PDB", "FILE", Path_Make("{DESKTOP}/DP/1,2-dimethylcyklopropan.pdb"));
37     hlaska("molekula 1,2-dimethylcyklopropanu");
38     Selection_All();
39     Command_ShowHydrogens(true);
40     Command_ShowHetAtomsBonds(true);
41     Command_SetAtomsBondsRender("balls+sticks");
42
43     hlaska("Otevřít Menu Entry");
44     nabidky = Menu_FindByName("entry"); -- vybrat menu Entry
45     Menu_SetVisible(nabidky, true); -- aktivace Menu
46
47     hlaska("Otevřít Menu Load");
48     nabidky = Menu_FindByName("load");
49     Menu_SetVisible(nabidky, true);
50
51     hlaska("V Menu Load si otevři STACKS");
52     Command_Wait(3*cas);
53
54     hlaska("Nyní vyber VAULT");
55     Command_Wait(3*cas);
56
57     hlaska("Nyní otevři ve složce MyOrg/Blanka_DP/3. soubor S NANOME JAKO PROFESIONÁL 3 ");
58     Command_Wait(3*cas);
59
60     hlaska("Dál už pracuj s prezentací");
61
62 end
```



## Příloha 8 - Prezentace pro 3. učební úlohu



1

### ISOPREN (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)

- základní jednotka **přírodního kaučuku**
- stavební jednotka pro tvorbu přírodních látek **isoprenoidů**

C=CC(=C)C

2-methylbuta-1,3-dien

Nahráný isopren si v Nanome prohlédněte, využijete ho při plnění úkolu.

3

#### Nápověda pro úkol 1 pro měření délek vazeb (další slide)

Nástroj pro měření (objeví se v pravé ruce):

- Pro délku vazby (se označují 2 sousední atomy).
- Pro velikost úhlu (se označují 3 atomy, kde prostřední je vrcholem úhlu).

Menu nástroje, Measure

5

### ...STEREOIZOMERY (prostorové) izomery

liší se **pouze prostorovým uspořádáním (konfigurací) atomů či jejich skupin**

např. **cis-trans** izomery (geometrická izomerie)

7

(Z)-but-2-en C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>      (E)-but-2-en C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>

V Nanome byly vytvořeny dvě molekuly (4 uhlíky, 8 vodíků), pro usnadnění pojmenování byly odlišně obarveny substituenty.

(Obrázky si prohlédněte, protože podobné budete vytvářet)

9

### 2. ÚKOL (cis-trans izomery);

U molekuly 1,2-dimethylcyklopropan rozhodněte, zda se jedná o **cis** či **trans** izomer. Druhý vytvořte.

Zakroužkujte, zda je na obrázku izomer

**cis**      **trans**

1,2-dimethylcyklopropan

S vytvořeným izomerem se vyfoťte a pošlete na adresu:

### Procvičení manipulace

Nahrnou molekulu (okno) si zkuste zvětšit, zmenšit, otočit a přemístit, aby se molekuly nepřekrývaly.

Ize měnit velikost molekuly a prezentace

Ize přemístit molekulu, menu a prezentaci

2

### DĚLKA VAZBY

je **průměrná vzdálenost mezi jádry dvou vázaných atomů v molekule**.

(Nanome používá jednotku délky Ångström, 1Å =100pm)

4

### 1. ÚKOL (Délky vazeb)

Porovnejte délky vazeb v molekule isoprenu:

**modře zakroužkujte vazbu nejdelší**

**červeně zakroužkujte vazbu nejkratší**

**C-H      C-C      C=C**

6

### CIS-TRANS IZOMERY

**cis** – substituenty leží na **stejně** straně

**Z** – substituenty leží na **stejně** straně dvojné vazby

**trans** – substituenty leží na **opačných** stranách

**E** – substituenty leží na **opačných** stranách dvojné vazby

(Z)-but-2-en C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>      (E)-but-2-en C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>

8

#### Nápověda pro úkol 2 pro vytvoření a obarvení molekuly (další slide)

Menu nástroje, MedChem

Menu nástroje (objeví se na levém zápěstí)

Nástroje pro výběr, barvení (objeví se na levém zápěstí)

10

### ANKETA

Otevřete webový prohlížeč a přepište adresu odkazu – můžete vyplnit v Nanome nebo již na svém mobilním telefonu.

<https://forms.office.com/e/DQa4wf4PWW>

V Nanome je potřeba využít: Menu na levém zápěstí- Prohlížeč

Příloha 9 - Autorská řešení 3. učební úlohy

