

# Příloha 4 - Metodický materiál základní úlohy pro haptické zařízení



## D.1 Úkol 1

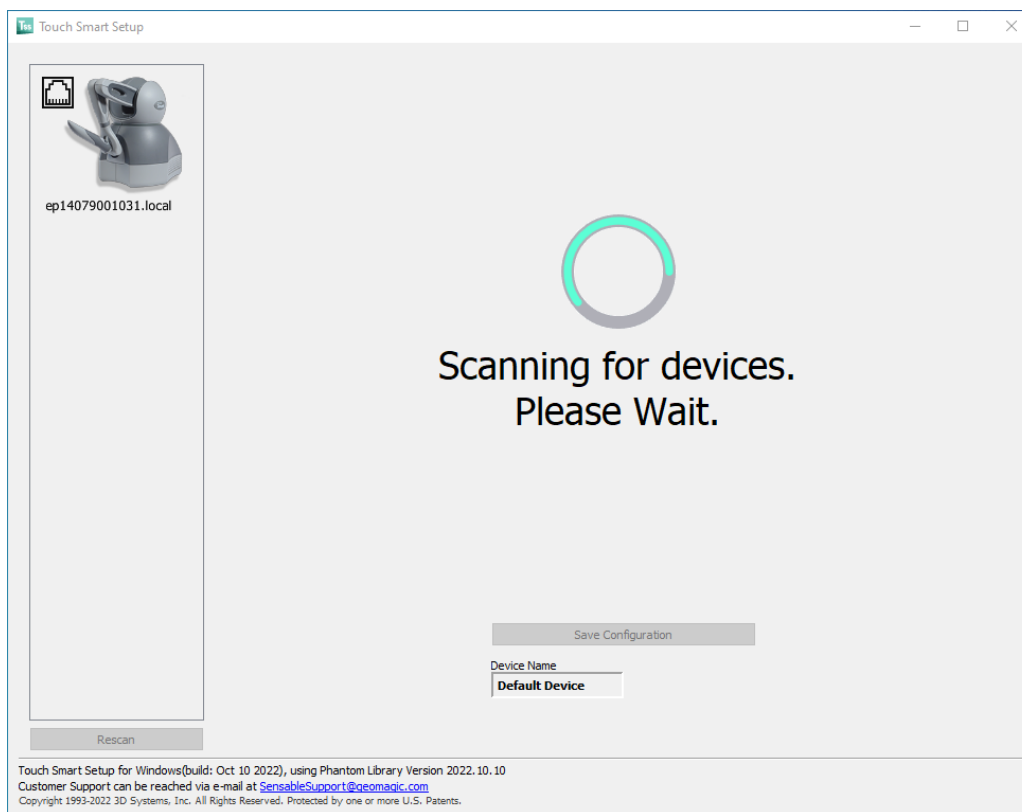
Zkontrolujte, že je haptické zařízení rozpoznané operačním systémem. Jděte do `C:\Program Files\3D Systems\Touch Device Drivers\Touch\_SmartSetup.exe`. Když tuto aplikaci spustíte, připojené haptické zařízení se automaticky rozpozná a spáruje. Pro jeho kalibraci postupujte podle pokynů na obrazovce. Nakonec konfiguraci uložte.

**Řešení** Jednotlivé obrazovky rozpoznání, párování a kalibrace jsou na obr. D.1, D.2, D.3, D.4. Skenování je automatické a nevyžaduje žádnou akci od uživatele. Pro párování je nutné zmáčknout tlačítko na zadní straně haptického zařízení. Po párování zkontrolujte, že se haptické pero hýbe stejně v reálném světě jako na obrazovce. Poté konfiguraci uložte kliknutím na tlačítko „Save configuration“. Neměňte výchozí jméno.

## D.2 Úkol 2

Spusťte aplikaci HapticPaint pro haptické zařízení. Na startovní obrazovce klikněte na tlačítko „Pokračovat“, abyste přešli na hlavní obrazovku.

**Řešení** Otevřená aplikace ve výchozím stavu je na obr. D.5.



Obrázek D.1: Řešení úkolu 1 - Hledání zařízení

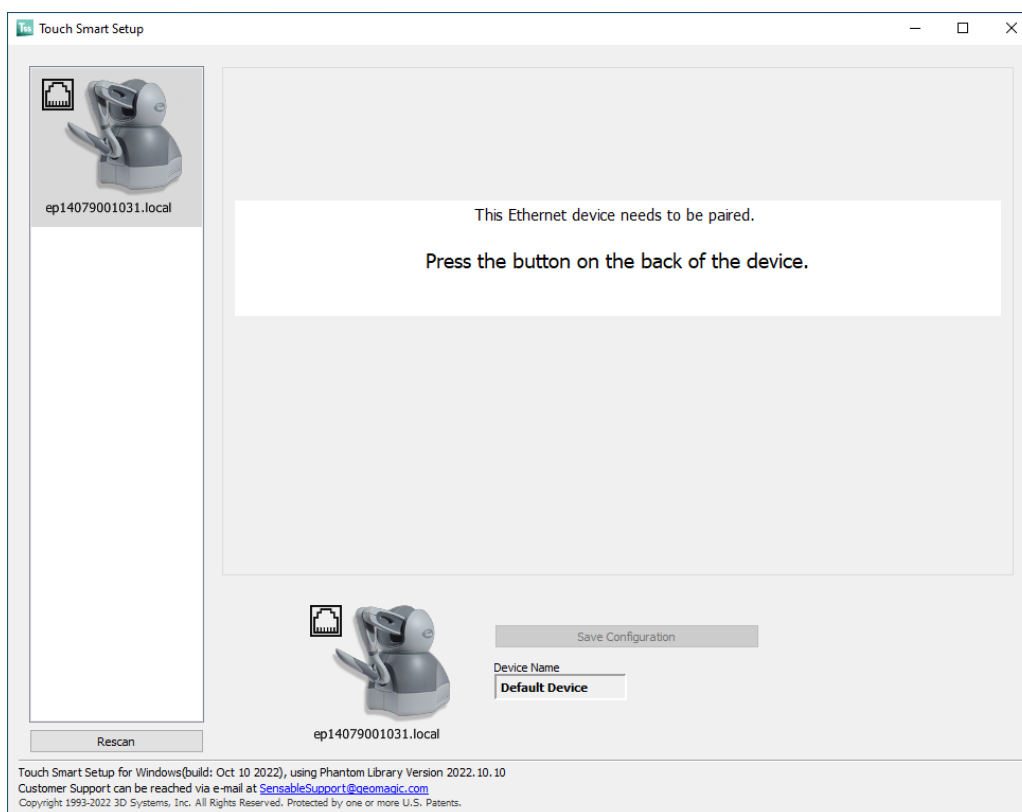
## D.3 Úkol 3

Načtěte ze souboru ico sféru. Složka s 3D modely by měla být umístěna ve stejném adresáři, kde máte nainstalovanou aplikaci pro haptické zařízení.

**Řešení** Klikněte na tlačítko „Načíst objekt ze souboru“ v pravém panelu pojmenovaném „Manipulace s objekty“. To Vám otevře dialog pro výběr souboru. Vyhledejte v adresářové struktuře složku, kde máte nainstalovanou aplikaci pro haptické zařízení. V ní je umístěna složka Vstupni\_data\_na\_testovani, ve které naleznete 3D\_modely/Icosphere/. OBJ soubor vyberte a klikněte na tlačítko „Otevřít“. Ukázka obrazovky s dialogem je k vidění na obr. D.6. Načtený model by měl vypadat stejně jako na obr. D.7.

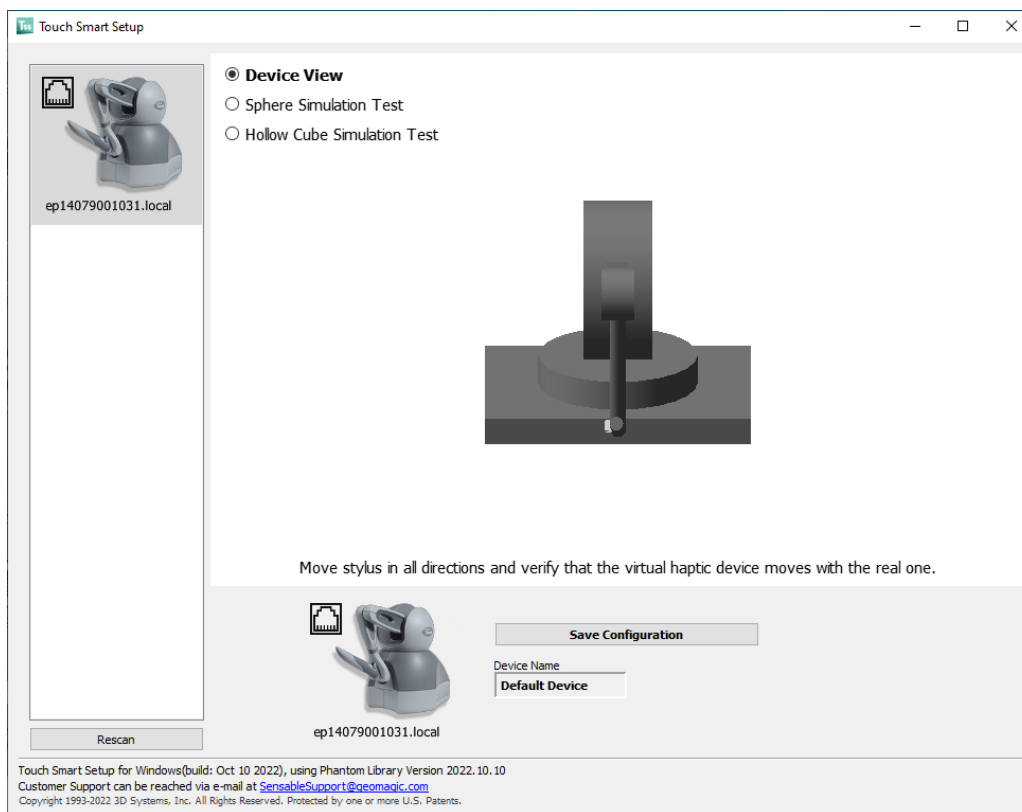
## D.4 Úkol 4

Vyzkoušejte si různé hodnoty u haptických veličin.



Obrázek D.2: Řešení úkolu 1 - Párování zařízení

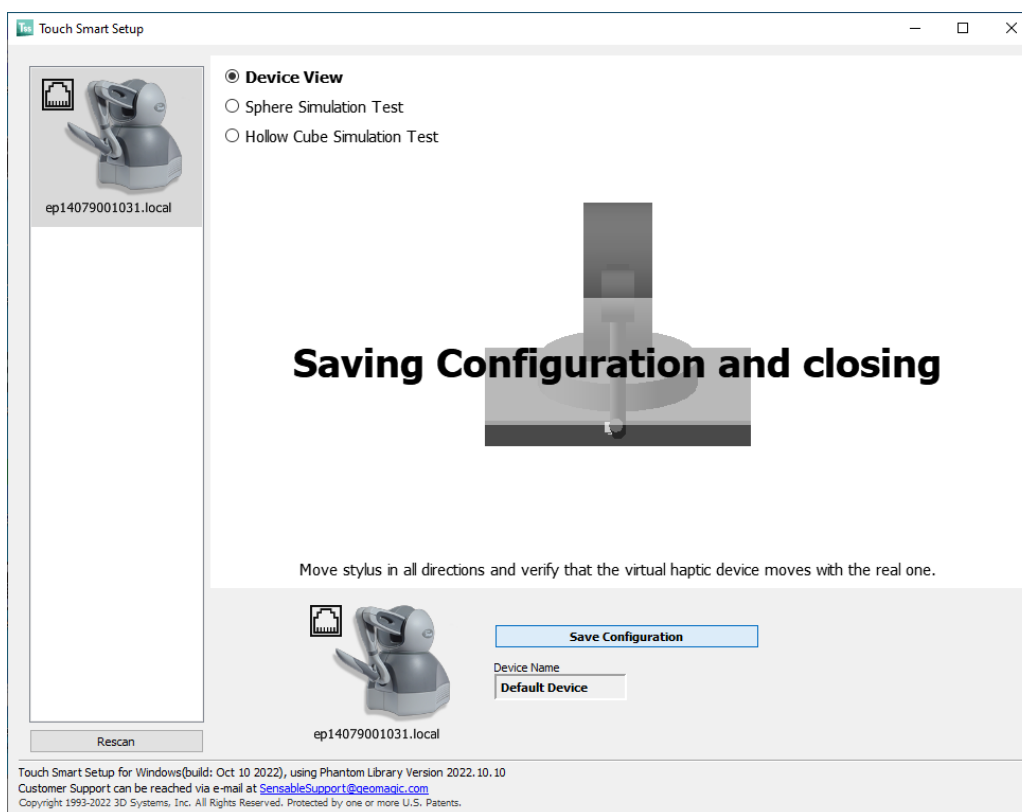
1. Nastavte tvrdost na hodnotu větší než nula a haptickým perem přejíždějte po sféře. Vyzkoušejte různé hodnoty. Čím více se budete sféře blížit, tím náročnější bude haptickým perem dále pohybovat, až vás zastaví stěna modelu.
2. Přidejte statické tření a nastavte ho na libovolnou hodnotu. Statické tření působí v okamžiku, kdy se pero začíná hýbat z klidové polohy. Budete cítit lehké škubnutí, když se budete rozjíždět perem po objektu. Aby tření fungovalo, musíte nechat nenulovou tvrdost.
3. Vynulujte statické tření a zvětšete dynamické tření na větší hodnotu než nula. Dynamické tření zapříčiní obtížnější pohyb po objektu. Když budete pohybovat perem po objektu, haptické zařízení Vám bude klást odpor.
4. Zkombinujte různé hodnoty statického a dynamického tření.
5. Vynulujte všechny předchozí hodnoty. Nastavte libovolnou viskozitu a pokuste se haptickým perem projít skrz model sféry. Viskozita bude naopak od tření působit uvnitř objektu, kde bude klást odpor při průchodu.



Obrázek D.3: Řešení úkolu 1 - Kalibrace zařízení

6. Vynulujte viskozitu. Nastavte velikost síly na kladnou hodnotu. Ve směru změňte Z-ovou souřadnici na -1. Když se přiblížíte k modelu sféry, haptika Vás odrazí pryč ve směru normály. Vyzkoušejte i další směry, abyste zjistili, jak ovlivňují odraz.
7. Vyzkoušejte různé kombinace vlastností. Při větším počtu vlastností volte raději nižší hodnoty, abyste tolik nezatěžovali přístroj.
8. Vyzkoušejte si další 3D modely, které jsou uloženy ve stejné složce jako ico sféra.

**Řešení** Všechny posuvníky v panelu „Haptika“ umožňují nastavit hodnoty v rozsahu nula až jedna. Nula znamená, že daná vlastnost je vypnutá, zatímco jednička předepisuje maximální možnou úroveň, kterou je zařízení schopno vyvinout. Tvrdost, statické i dynamické tření, viskozita a velikost síly lze nastavit posuvníky s popisky, které odpovídají jejich názvům, v levém panelu „Haptika“. Směr síly obsahuje tři složky X, Y, Z. Každá ze složek udává směr v jedné souřadnicové ose.



Obrázek D.4: Řešení úkolu 1 - Uložení konfigurace

## D.5 Úkol 5

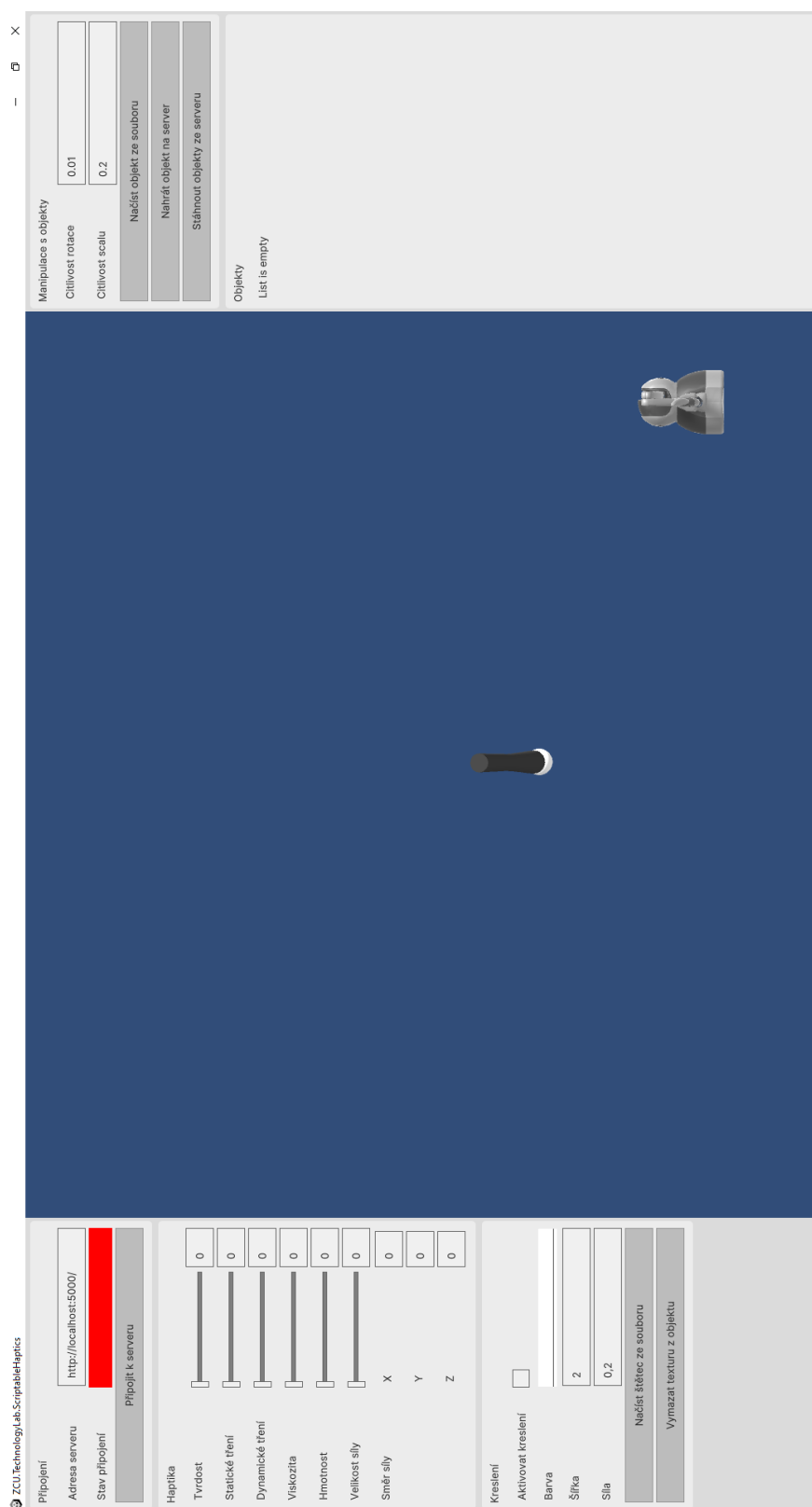
Zvyšte hmotnost objektu. Hmotnost je aktivní pouze ve chvíli držení objektu. Objekt je možné chytit pomocí hlavního tlačítka na haptickém peru. Při kliknutí se musíte dotýkat objektu, aby ho bylo možné zachytit. Zvyšujte hmotnost postupně.

**Řešení** Ukázka způsobu manipulace pomocí držení je na obr. D.8.

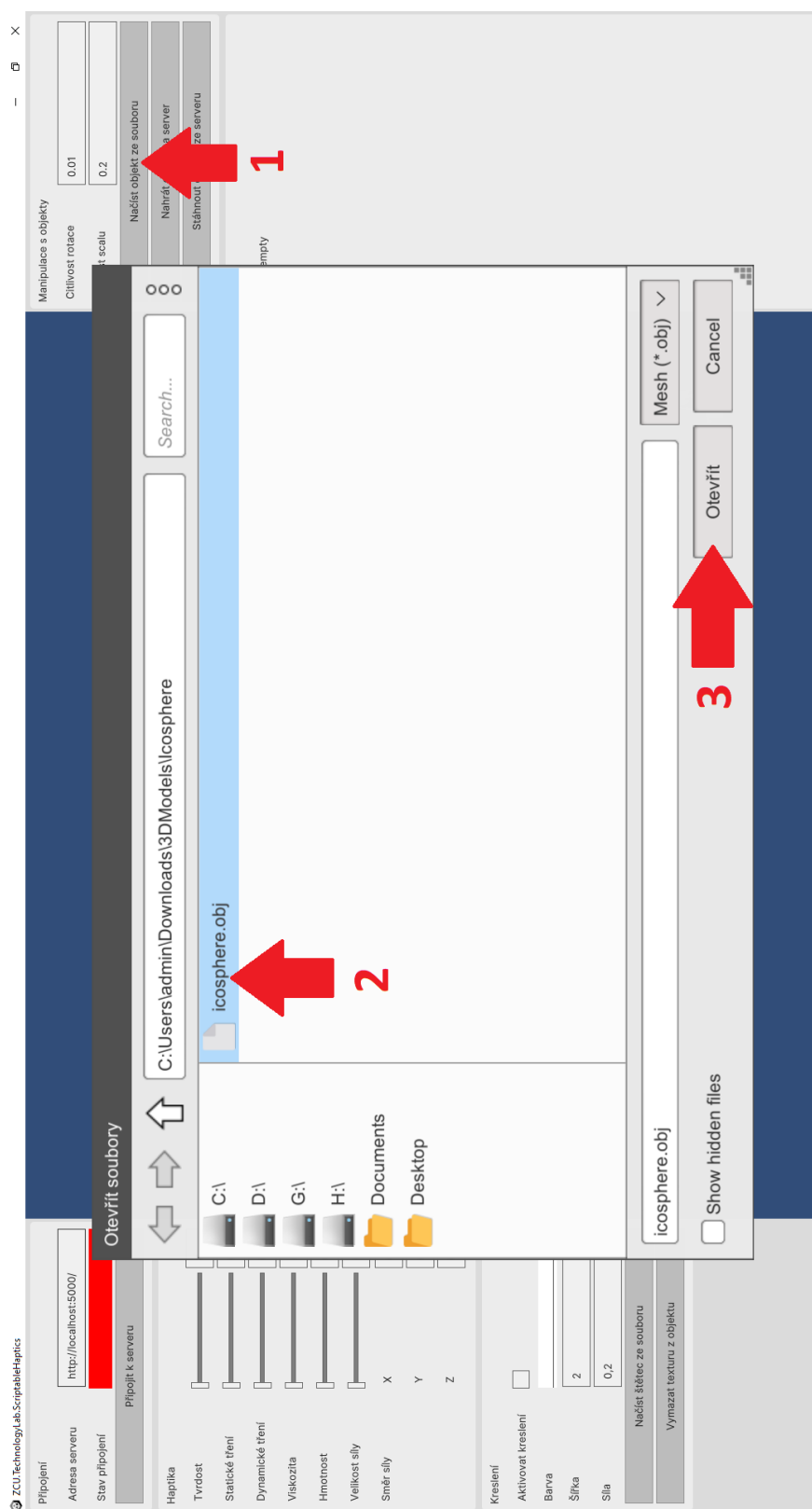
## D.6 Úkol 6

Nastavte tvrdost například na hodnotu 0.5. Aktivujte kreslení. Změňte barvu štětce na červenou a pokuste se vytvořit na sféře oblouk z jedné strany na druhou. Kreslení probíhá dotykem pera s modelem. Můžete změnit šířku a sílu štětce pro jeho zvětšení/zmenšení. Pro větší cit z kreslení můžete také nastavit dynamické tření.

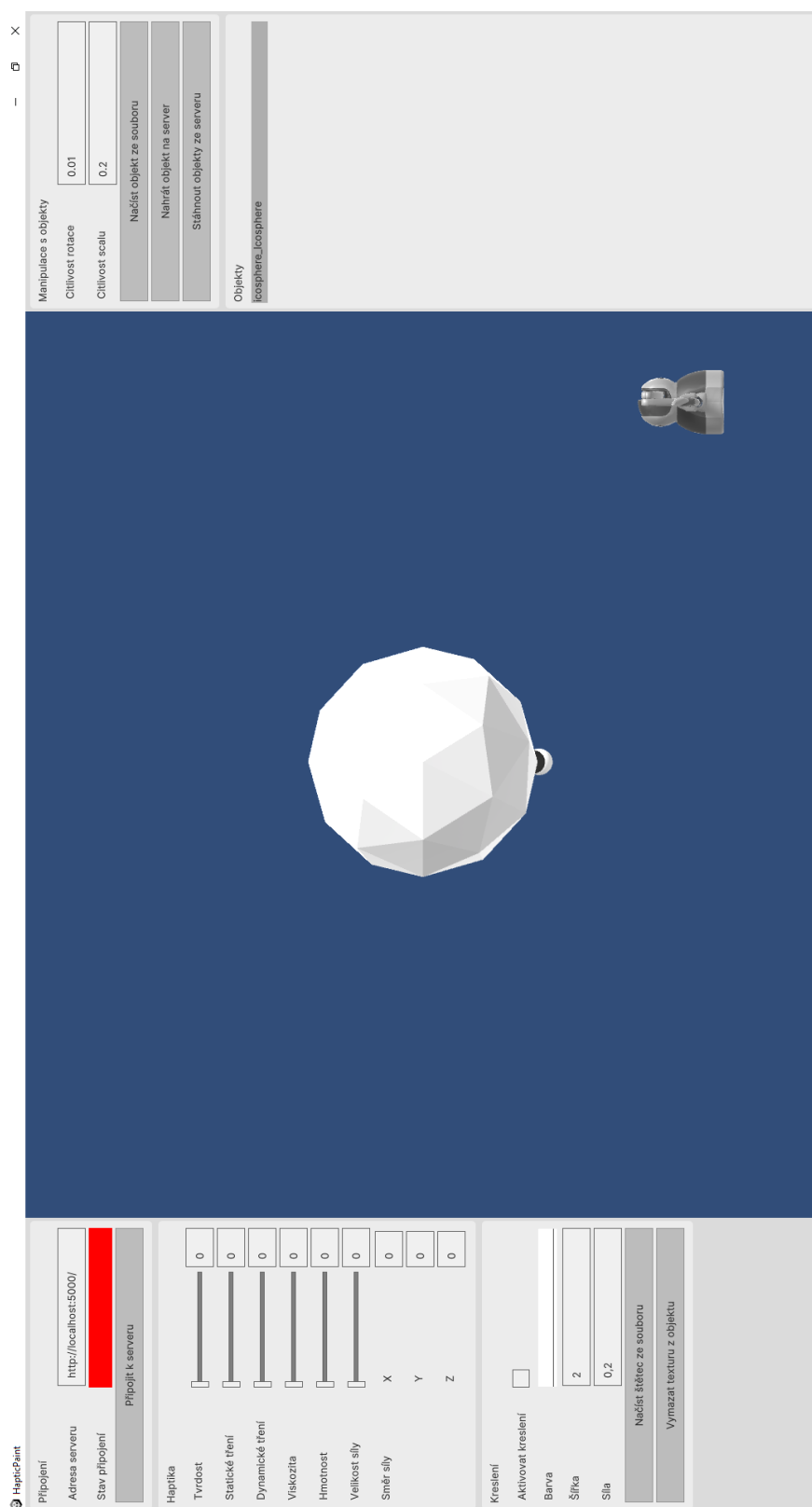
**Řešení** Kreslení se aktivuje zaškrtnutím pole „Aktivovat kreslení“. Ukázkový výsledek je k vidění na obr. D.9.



Obrázek D.5: Řešení úkolu 2

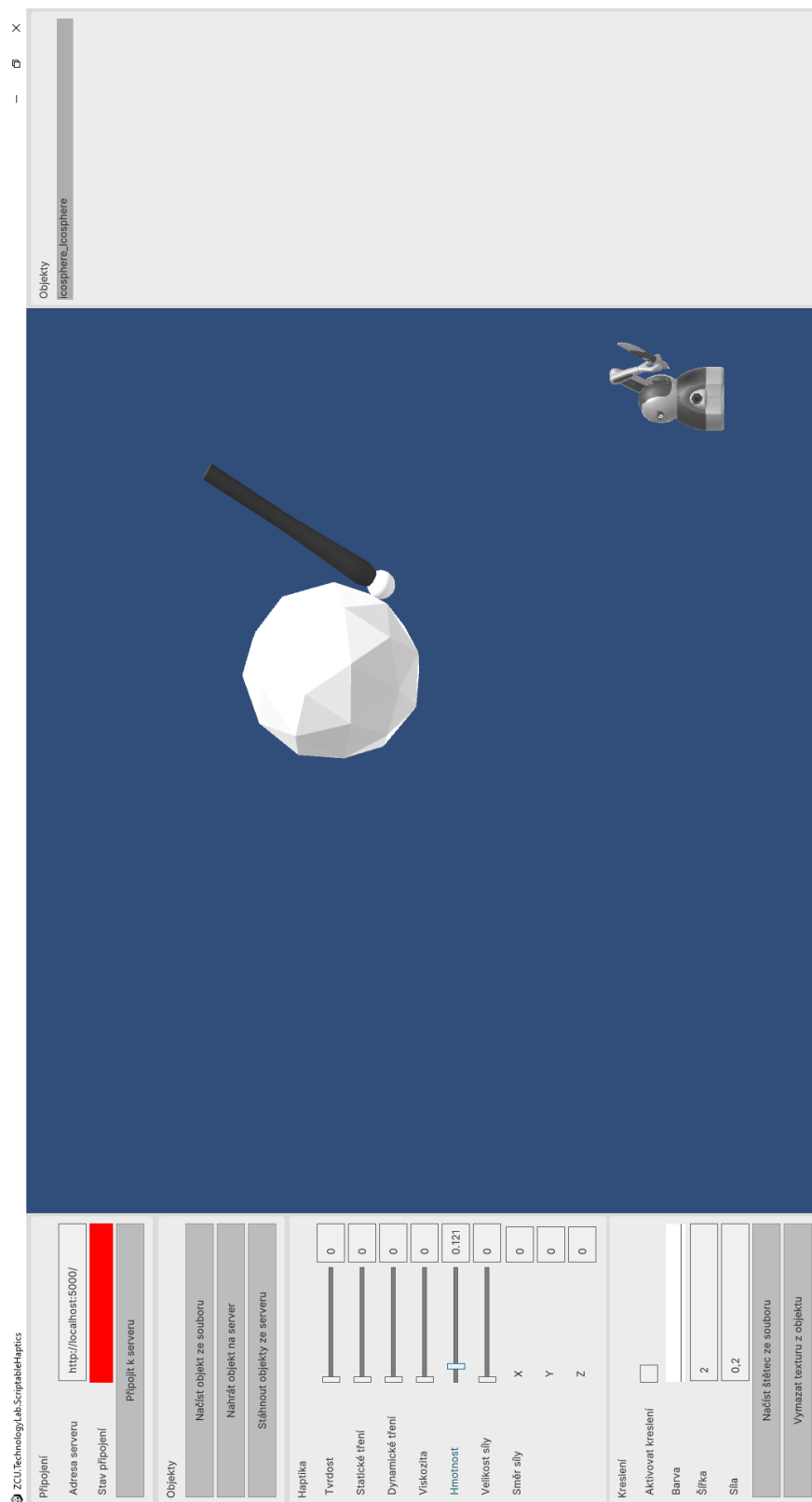


Obrázek D.6: Řešení úkolu 3 - Dialog

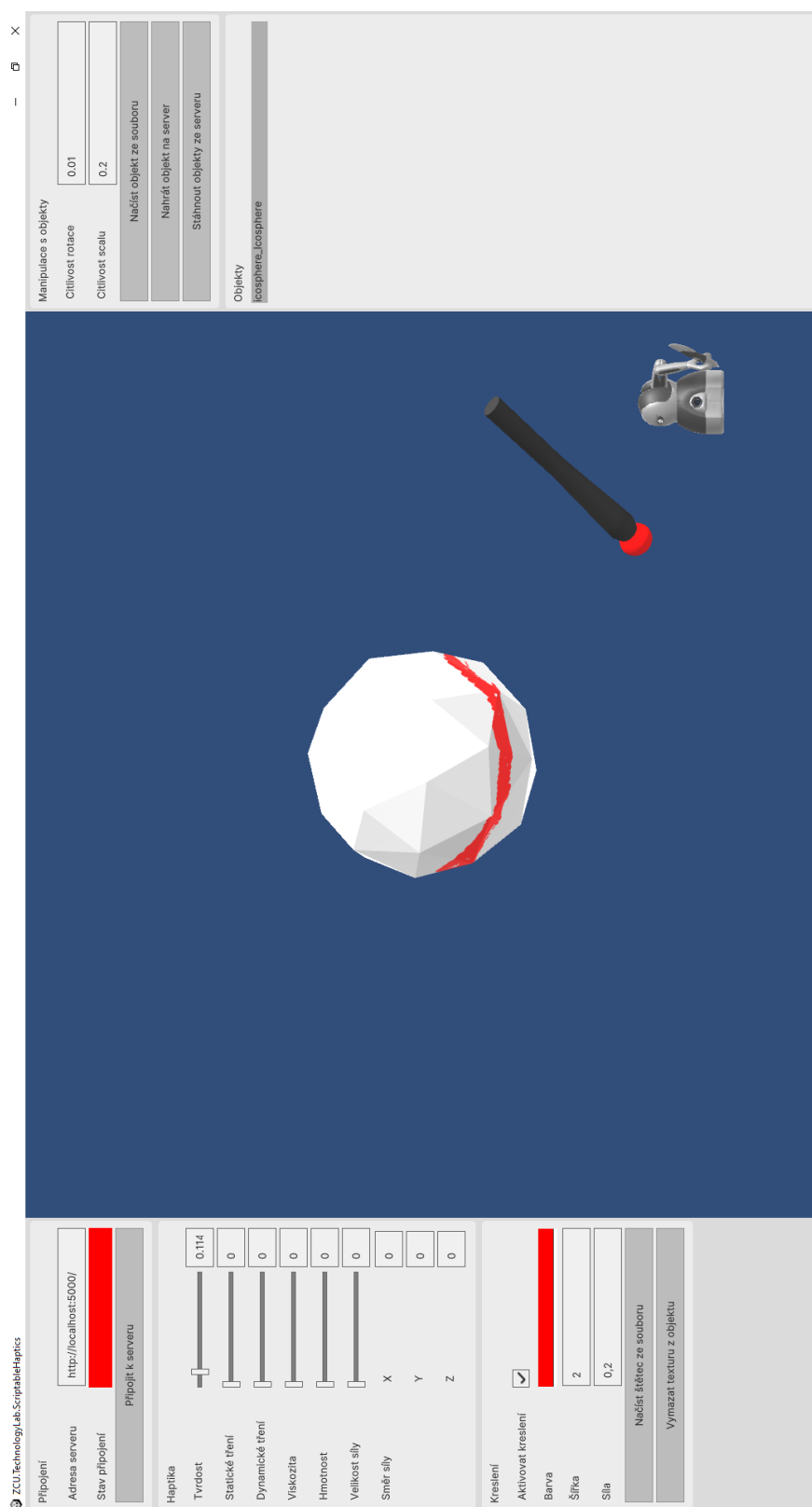


Obrázek D.7: Řešení úkolu 3 - Ico sféra





Obrázek D.8: Řešení úkolu 5



Obrázek D.9: Řešení úkolu 6

## D.7 Úkol 7

V adresáři aplikace je kromě 3D modelů také ukázkový soubor se štětcem. Načtěte štětec ze souboru. Otočte sféru o 180° v ose Y a spojte vytvořený oblouk z minulého úkolu načteným štětcem. Rotace s modelem se provádí držením druhého tlačítka na haptickém peru. V pravém panelu lze upravit citlivost rotace.

**Řešení** Štětec se načítá pomocí tlačítka „Načíst štětec ze souboru“. Je k vidění na obr. D.10. Část výsledného oblouku je v ukázce na obr. D.11.

## D.8 Úkol 8

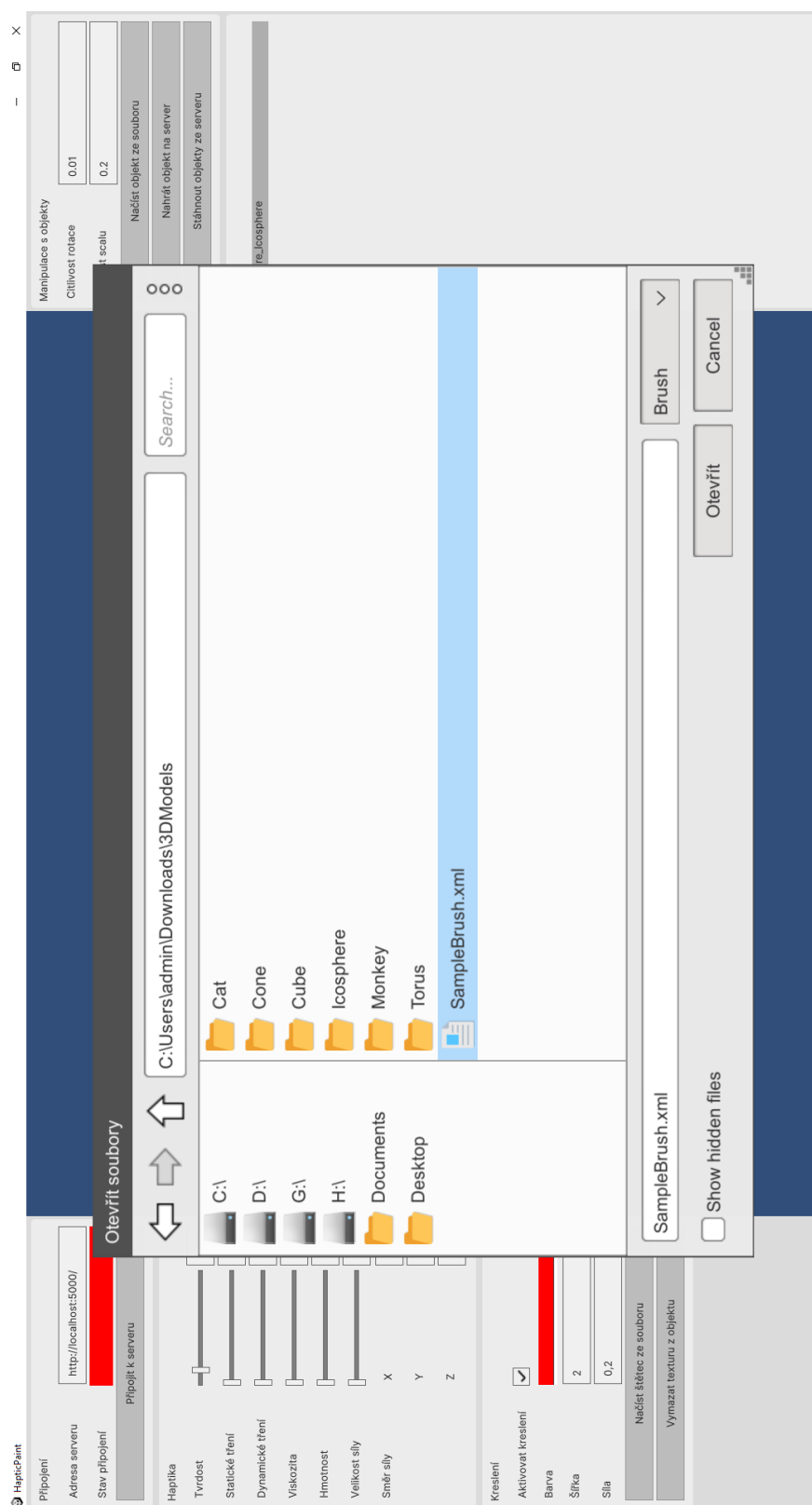
Načtěte jiný z ukázkových modelů v adresáři. Vymažte texturu z objektu. Pokuste se objekt co nejlépe vybarvit. Když se budete potřebovat dostat do menších záhybů, ale haptické pero bude příliš velké, můžete změnit měřítko objektu pomocí kolečka myši. V pravém panelu lze upravit citlivost změny měřítka (scalu).

**Řešení** Na načtení slouží tlačítko „Načíst objekt ze souboru“. Výsledek po načtení lze vidět na obr. D.12. Odstranění textury se vzorem lze udělat pomocí tlačítka „Vymazat texturu z objektu“. Model bude mít po odstranění textury bílou barvu. Je však možné kreslit i bez mazání přímo do textury. Model kočky po odstranění textury je k nahlédnutí na obr. D.13. Při vybarvení můžete popustit uzdu své fantazie. Na obr. D.14 je k vidění ukázka, která se snaží přiblížit originálu.

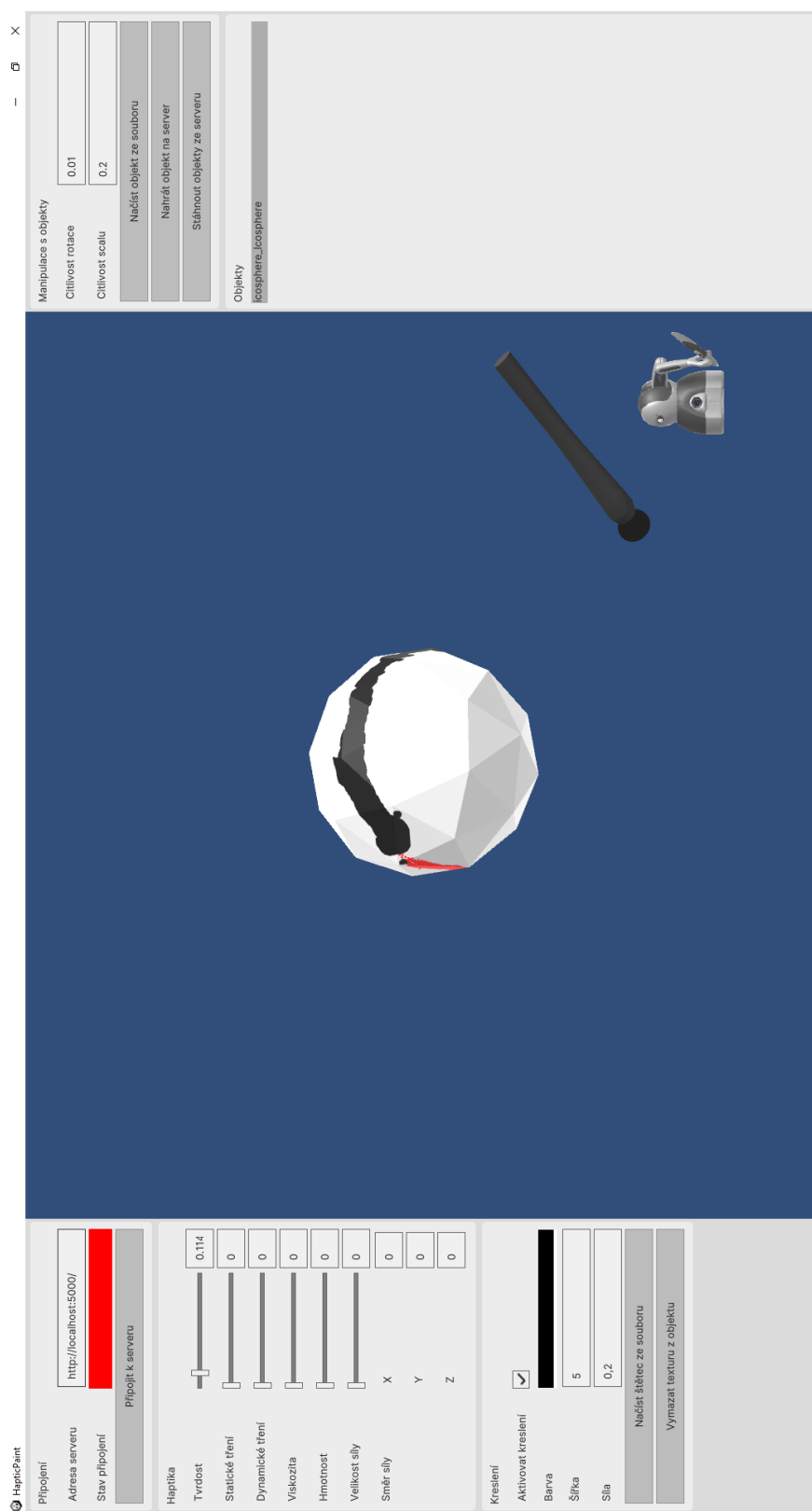
## D.9 Bonusový úkol

Spusťte program pro správu serveru a přihlaste ho k systému. Přejděte zpět do aplikace pro haptické kreslení. Ze stejného adresáře jako v předchozích úkolech načtěte model opice. Po načtení modelu se připojte k serveru v aplikaci pro haptické zařízení. Nahrajte opici na server. Podívejte se do programu pro správu serveru a uvidíte opici také tam. V haptickém programu začněte kreslit. Změny se budou projevovat i ve správci serveru. Nakonec můžete objekt v programu pro správu serveru vymazat a ztratí se i z programu pro kreslení.

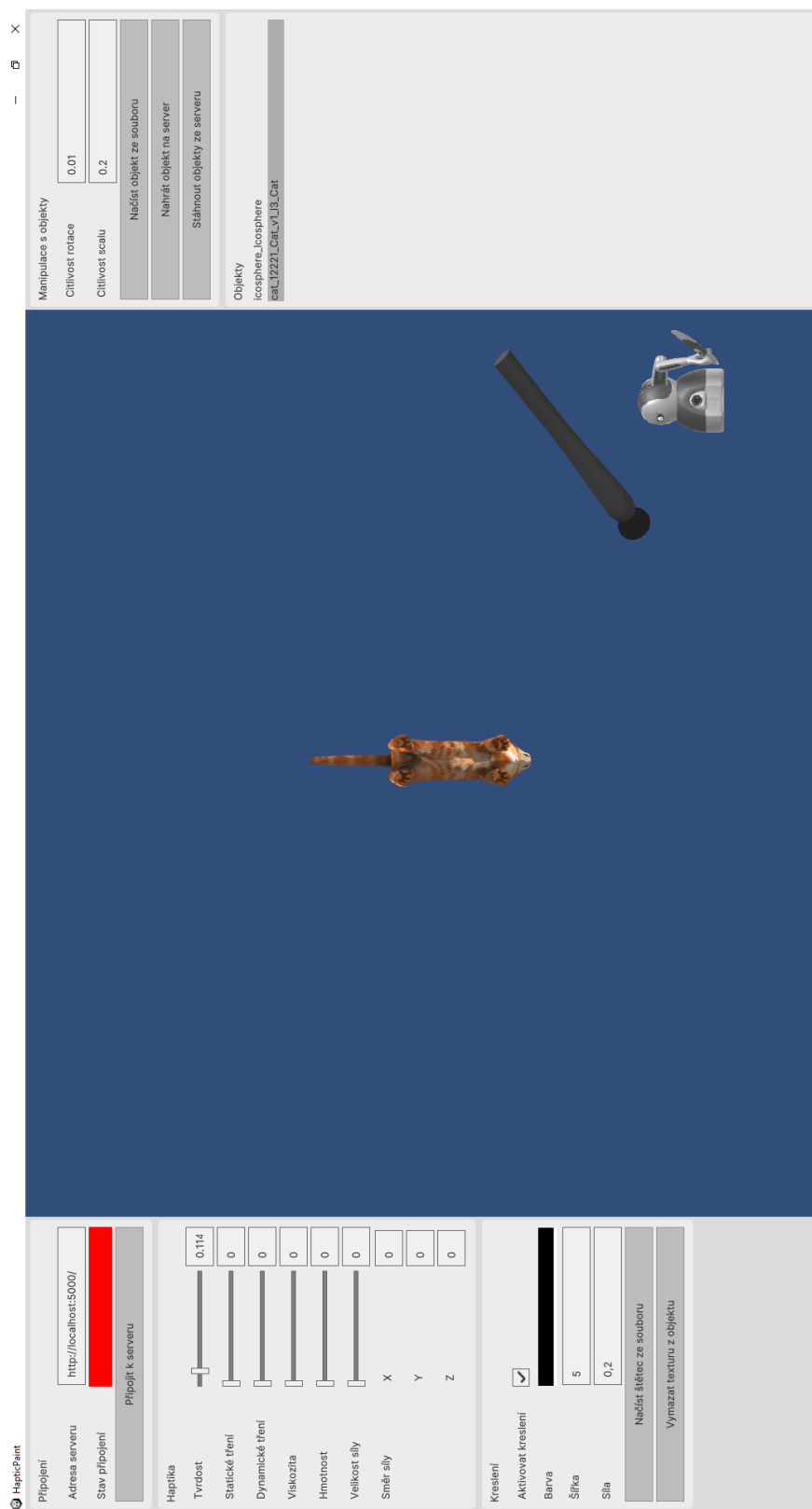
**Řešení** Načtený model opice je k vidění na obr. D.15. Po načtení připojte aplikaci k serveru. Postup lze vidět na obr. D.16. Díky tomu, že jsou oba programy připojené ke stejnému serveru, dojde k přeposlání nahraného trojrozměrného modelu do aplikace pro správu serveru. Když se následně provádějí nějaké úpravy druhá aplikace se o nich dozví. To lze vidět na obr. D.18 a D.19.



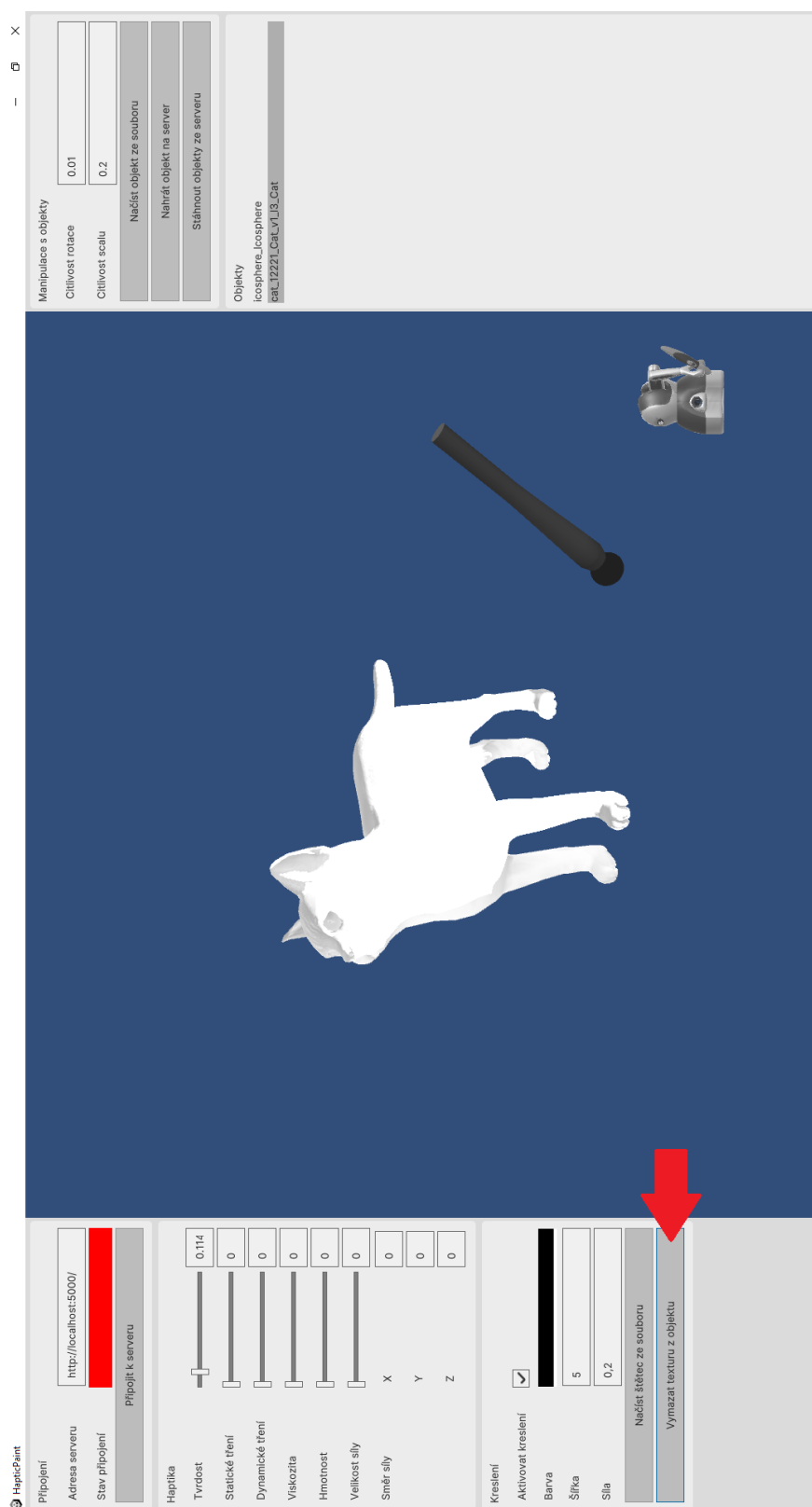
Obrázek D.10: Řešení úkolu 7 - Načtení štětce



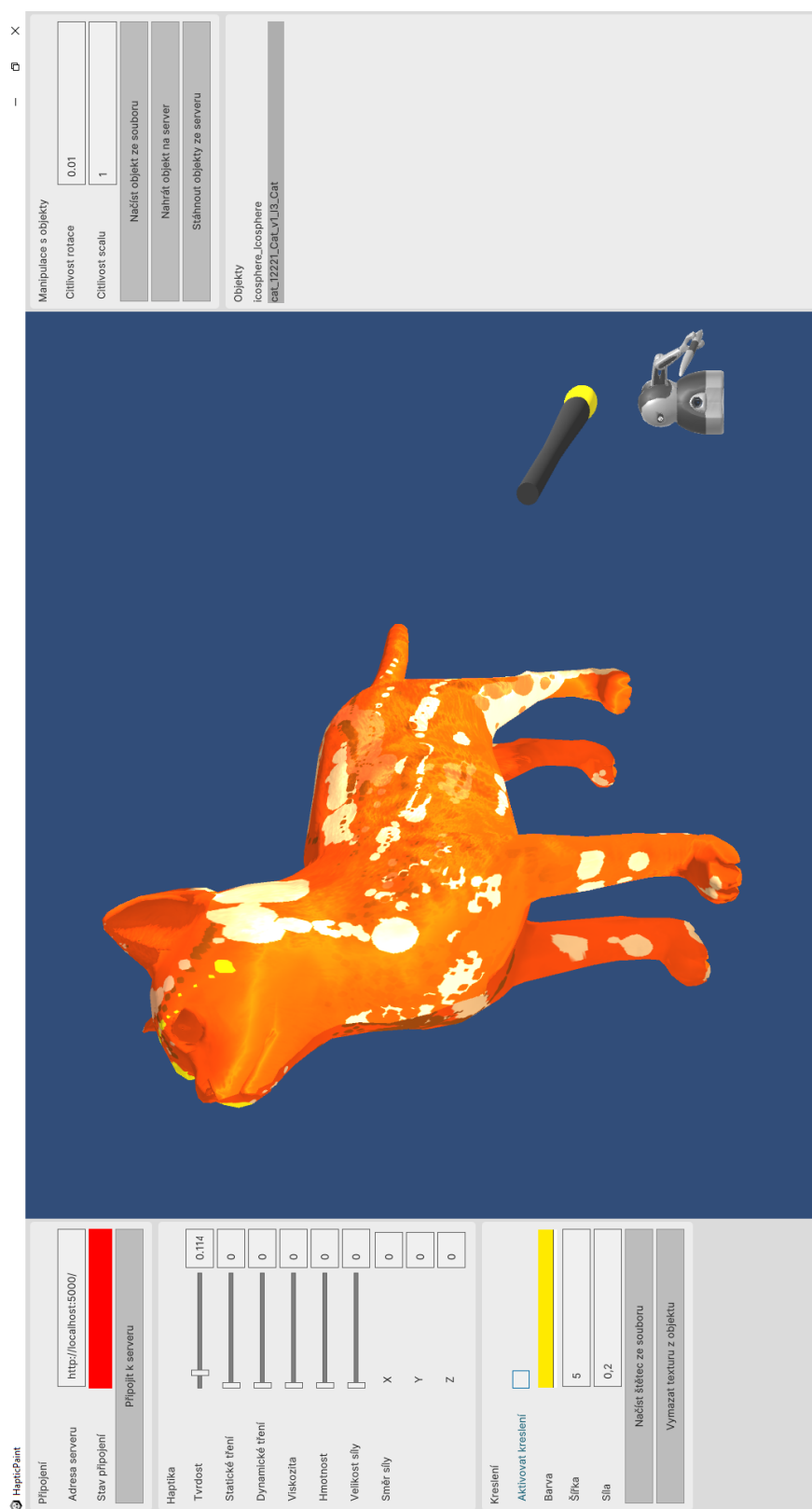
Obrázek D.11: Řešení úkolu 7 - Dokončený oblouk



Obrázek D.12: Řešení úkolu 8 - Model kočky načtený

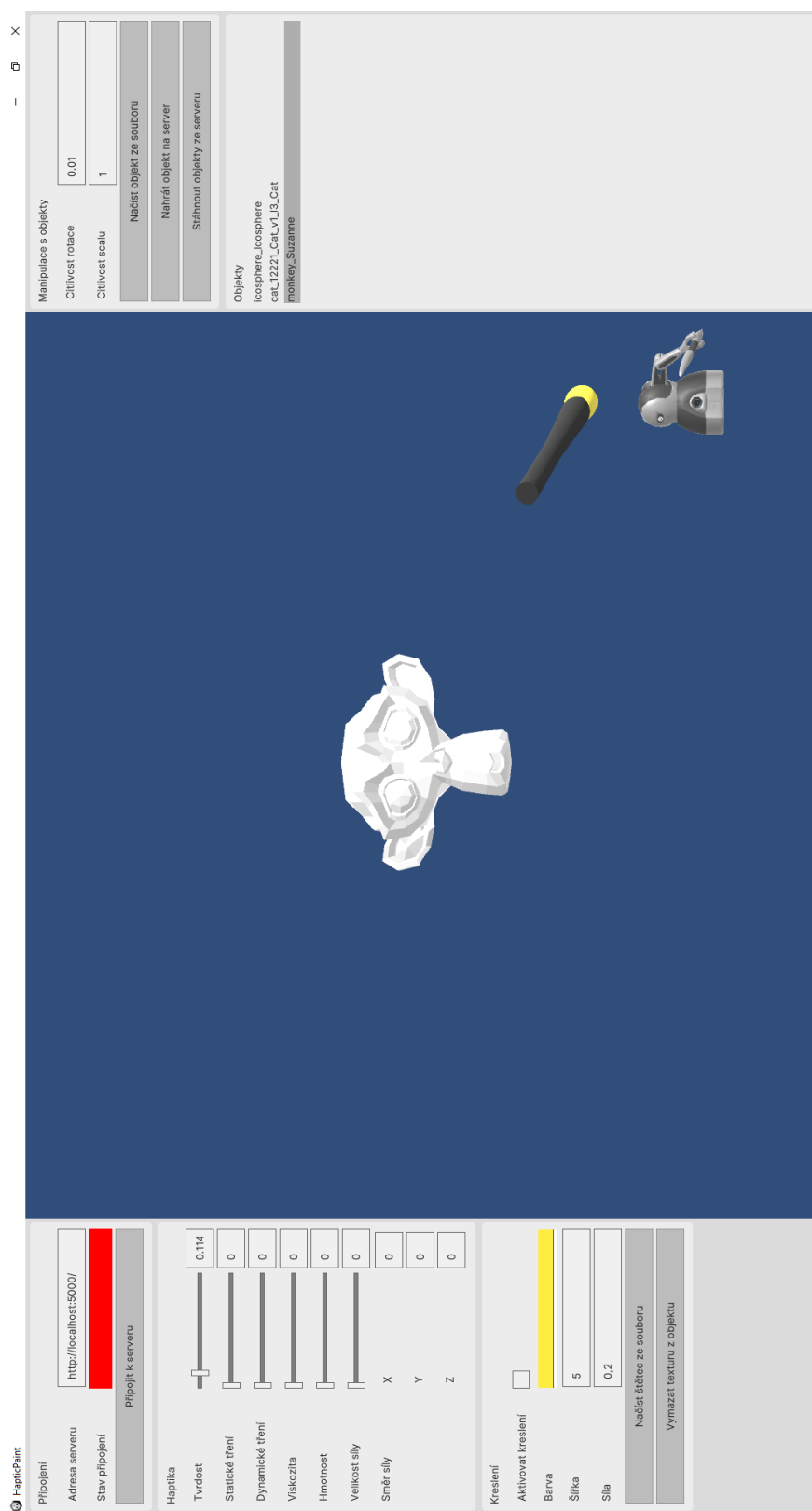


Obrázek D.13: Řešení úkolu 8 - Odstraněná textura

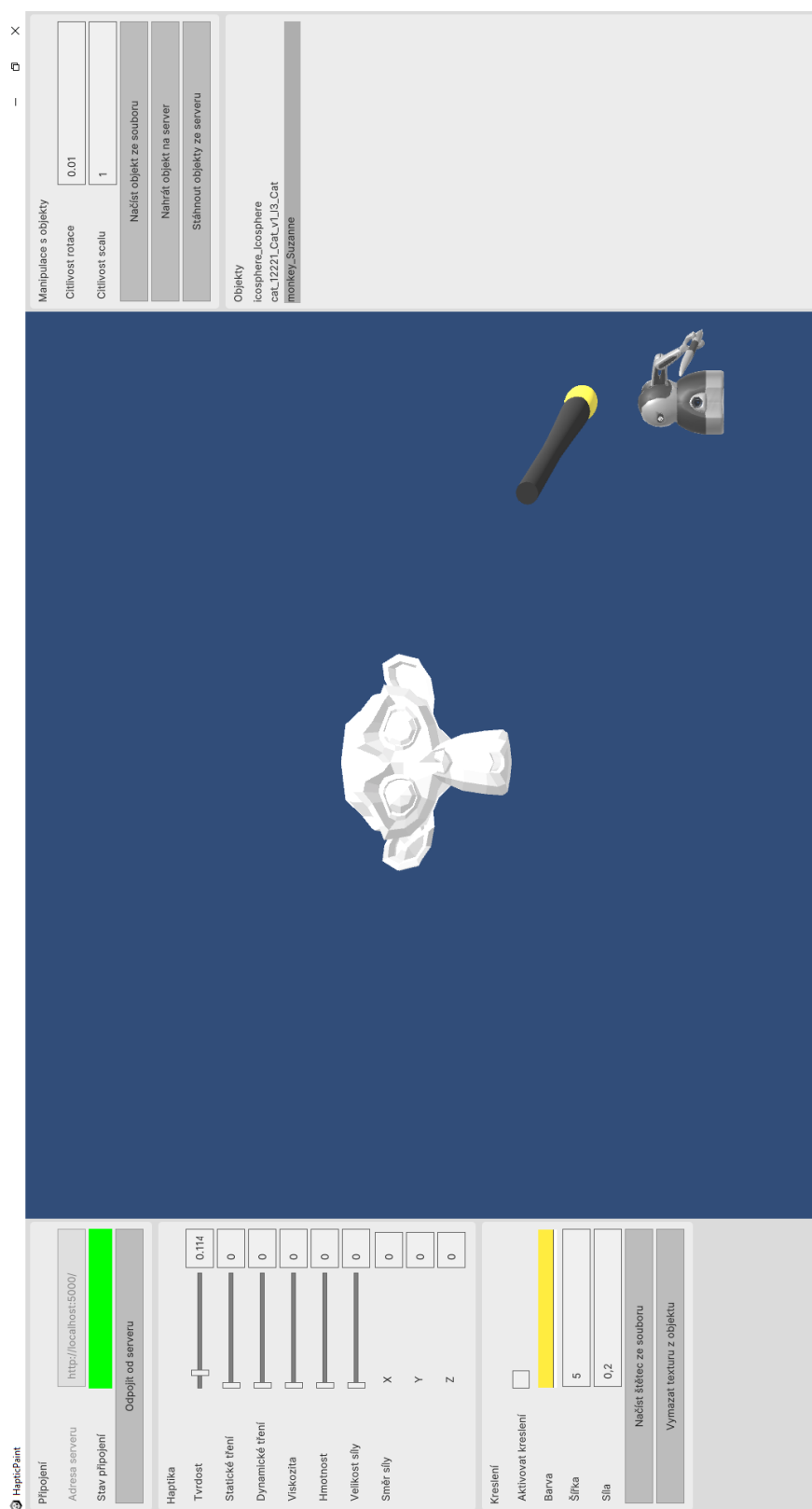


Obrázek D.14: Řešení úkolu 8 - Vybarvený model kočky

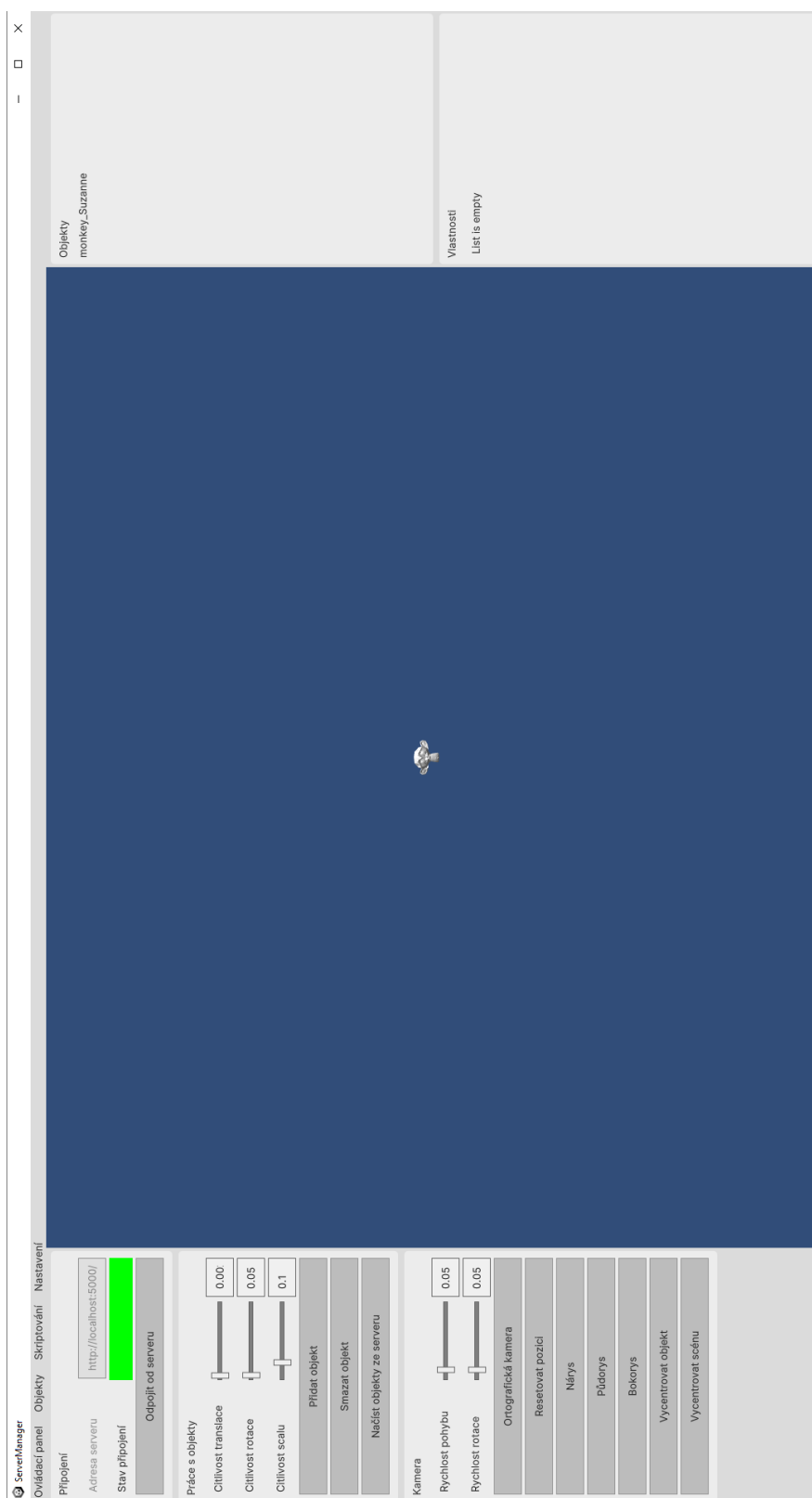




Obrázek D.15: Řešení bonusového úkolu - Model opice načtený



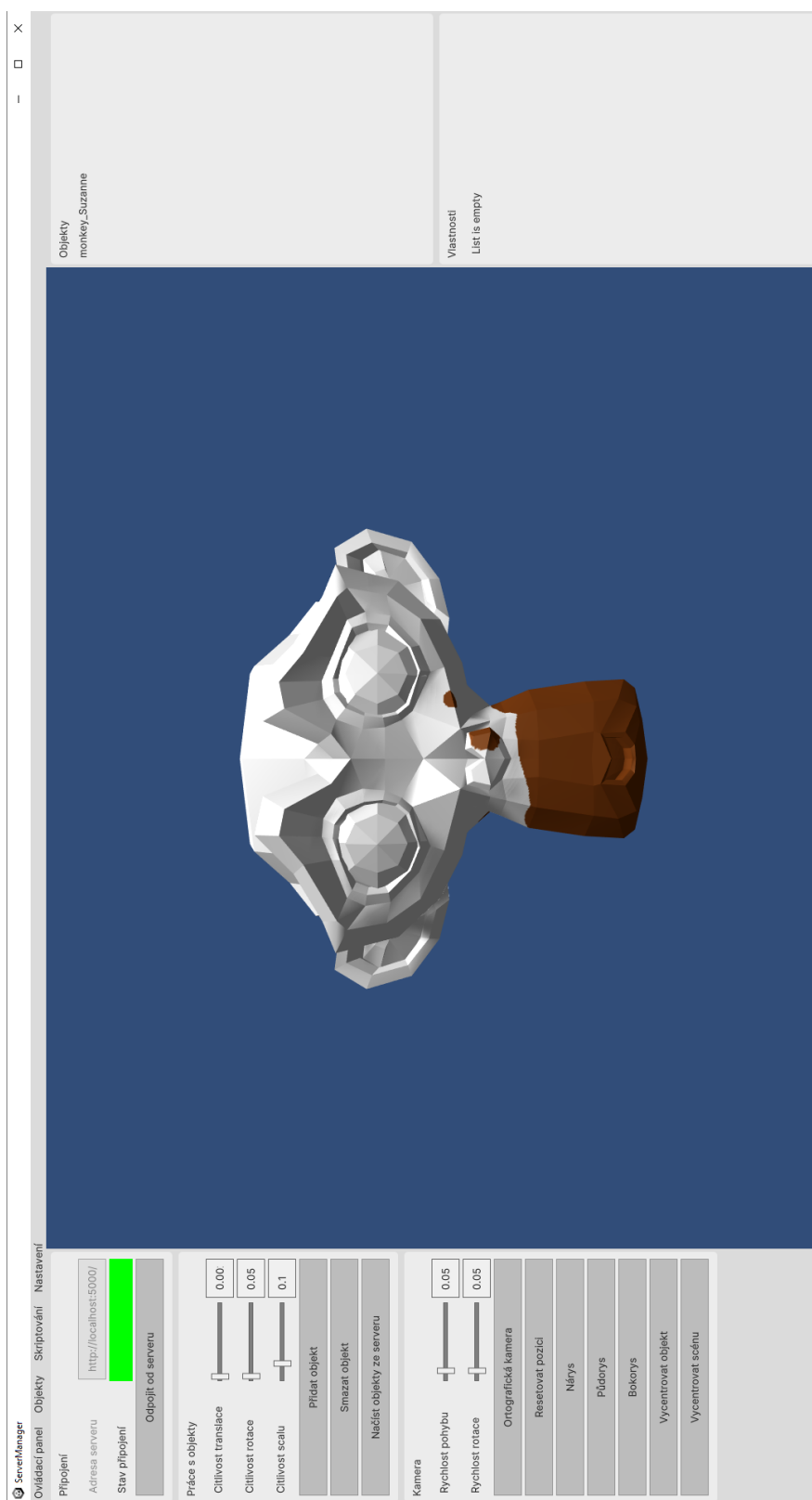
Obrázek D.16: Řešení bonusového úkolu - Připojení k serveru a odeslání



Obrázek D.17: Řešení bonusového úkolu - Získání modelu ze serveru



Obrázek D.18: Řešení bonusového úkolu - Úprava opice



Obrázek D.19: Řešení bonusového úkolu - Úprava opice



# Příloha 5 - Metodický materiál navazující úlohy pro haptické zařízení



## E.1 Úkol 1

Otevřete si projekt ZCU.TechnologyLab.ScriptableHaptics v Unity Hubu. K otevření potřebujete verzi Unity 2022.3.0f1.

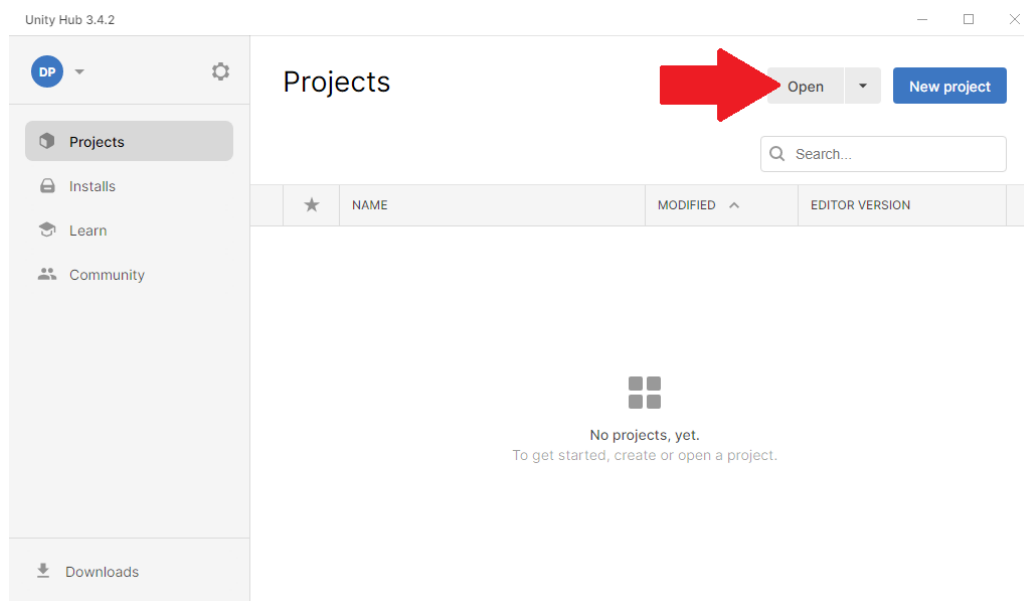
**Řešení** Otevřete Unity Hub. V pravém horním rohu klikněte na tlačítko „Open“. Unity Hub máte vyobrazený na obr. E.1. V adresářové struktuře vyhledejte a vyberte projekt ZCU.TechnologyLab.ScriptableHaptics. Po otevření počkejte než se Unity Editor načte do stavu na obr. E.2.

## E.2 Úkol 2

Zkuste zapnout Play mode. Bohužel Vám však nepůjde hýbat s haptickým perem.

Haptický plugin ve scéně není aktivní. Snažte se ho najít a aktivujte ho. Znovu spusťte scénu. Malé haptické zařízení v rohu již funguje, ale stylus se stále nehýbe. Haptický plugin musí znát, co ve scéně představuje stylus, aby ho mohl ovládat. Najděte, kde na haptickém pluginu stylus chybí a doplňte ho přetažením z hierarchie scény.

**Řešení** Haptický plugin je nastavený na game objektu se jménem „HapticActor\_DefaultDevice“, jenž je potomkem game objektu „HapticInput“. Game objekt je však deaktivovaný, proto se haptický plugin nespustí. Aktivujte game objekt zaškrtnutím políčkem u jména v panelu „Inspektor“. Na obr. E.3 máte označenou pozici game objektu a zaškrtnutí tlačítka. Teď když spustíte Play mode, objeví se Vám chybové hlášení v konzoli, které by Vás mělo navést na chybějící haptické pero v pluginu.



Obrázek E.1: Řešení úkolu 1 - Unity Hub

Stačí nastavit haptický collider a stylus do atributů „Collision Mesh“ resp. „VisualMesh“. Správné párování je ukázané na obr. E.4. Znovu spusťte Play mode a vyzkoušejte, že virtuální stylus se pohybuje souhlasně s haptickým perem.

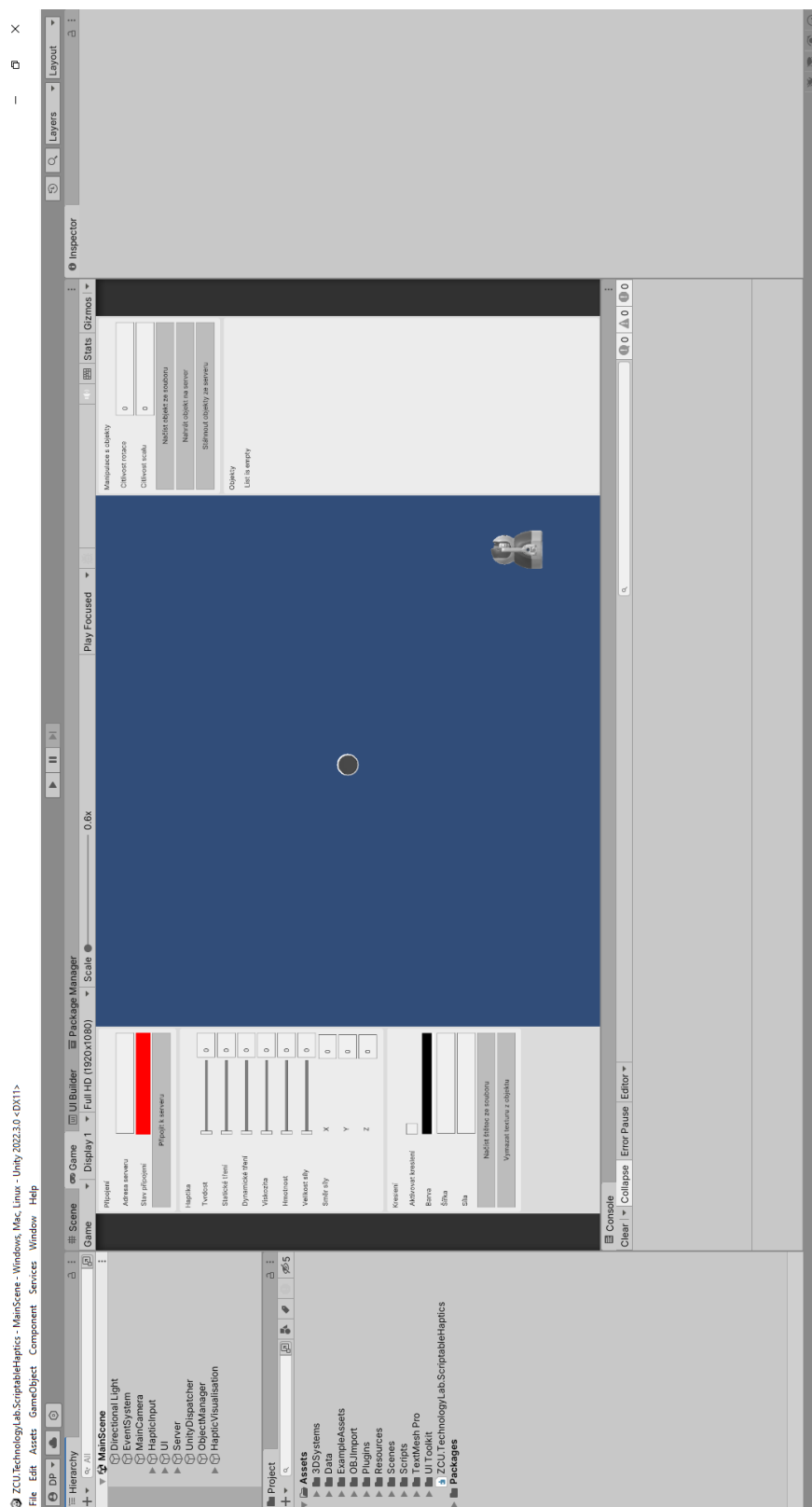
## E.3 Úkol 3

Když máte hotový úkol 2, spusťte scénu a načtěte libovolný objekt ze souboru. Zkuste chytit objekt pomocí haptického pera. Při dotyku s objektem stiskněte tlačítko 1. Pero Vám pouze projde objektem a nic dalšího se nestane. Odkud se nastává uchycení, zjistíte ve scéně z `HapticPlugin.OnHoldButton1`.

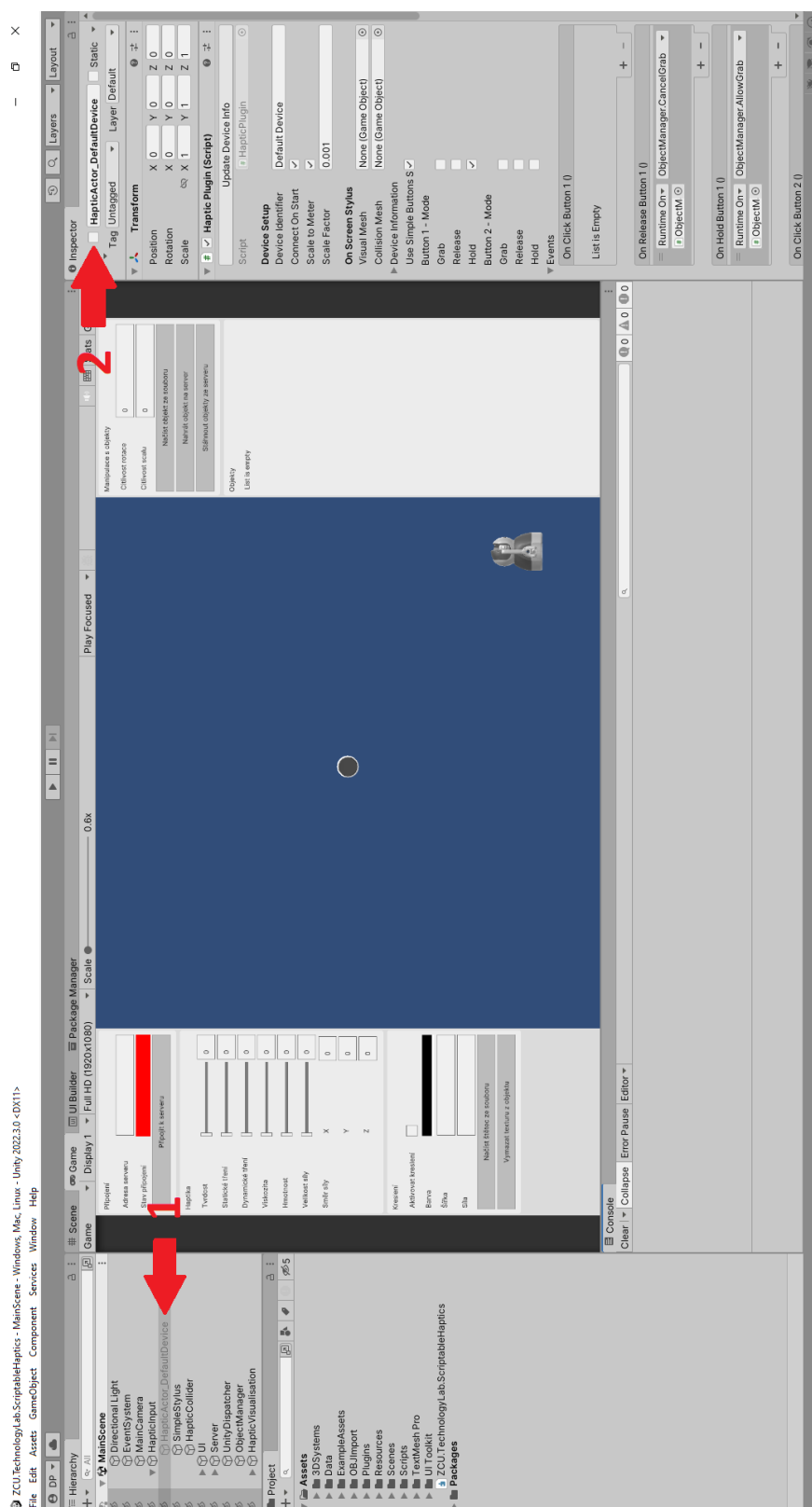
Otevřete kód ve vývojovém prostředí a podle návodu ve zdrojovém kódu doplňte chybějící část.

**Řešení** Obr. E.5 ukazuje nefunkční chycení objektu a také volanou metodu v události `HapticPlugin.OnHoldButton1`. Chybějící kód uvnitř metody `AllowGrab` nastavuje nezbytné předpoklady pro funkční zachycení objektu haptickým perem. Na ukázce kódu E.1 je možné řešení. Podmínkou pro zachycení objektu pomocí haptického pera je nekinematická manipulovaný rigid body. Aby dotyk s objektem kopíroval tvar, je collider nekonvexní. Unity však nekonvexní a zároveň nekinematické objekty nepodporuje. Proto je před kinematicností nutno změnit i konvexitu.

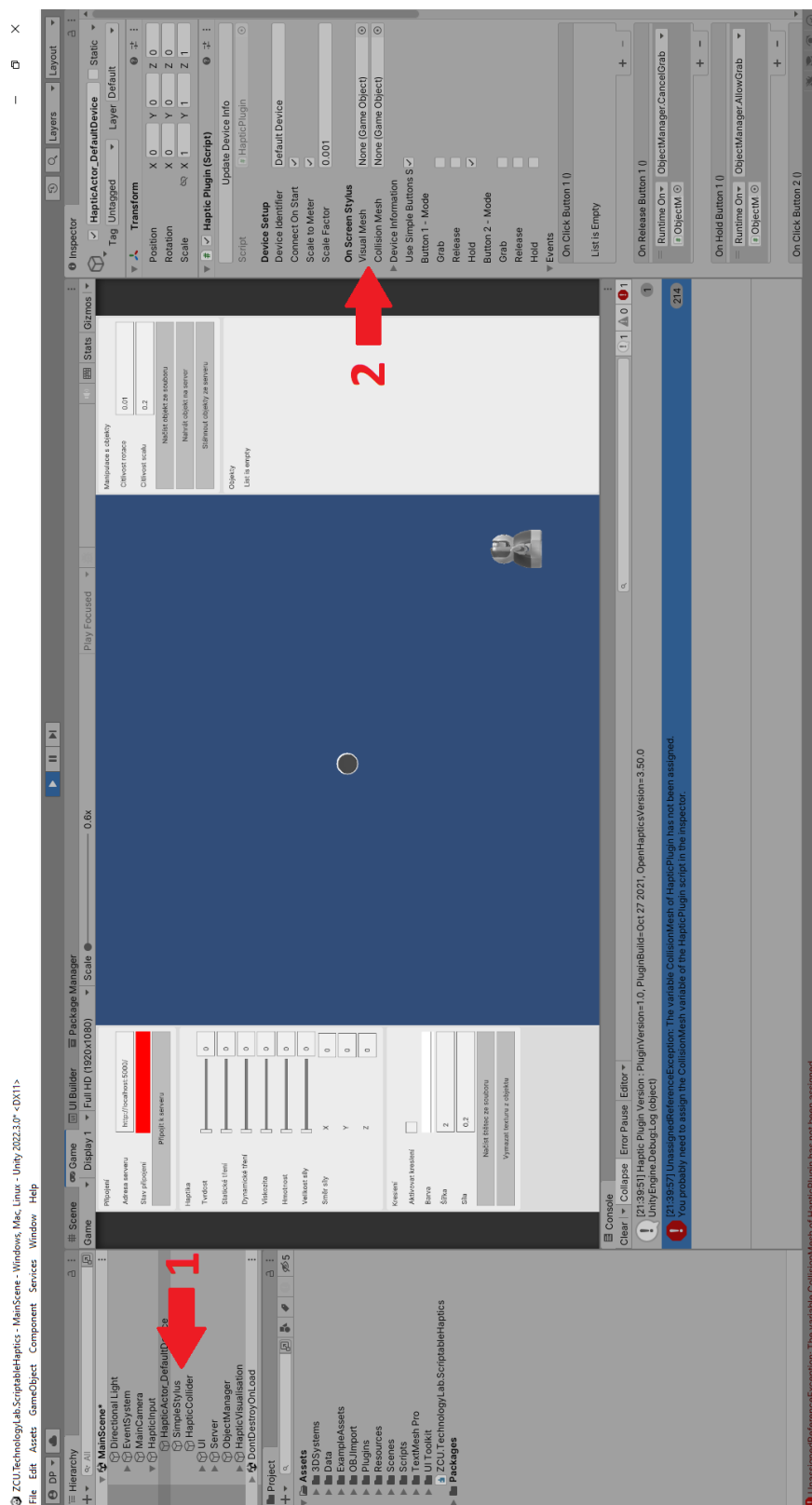




Obrázek E.2: Řešení úkolu 1 - Unity Editor



Obrázek E.3: Řešení úlohy 2 - Aktivace pluginu



Obrázek E.4: Řešení úkolu 2 - Nastavení stylusu