

Vývoj aplikace rozšířené reality pro účely vizualizace okolí a řízení demoličního bagru

Ondřej Richter

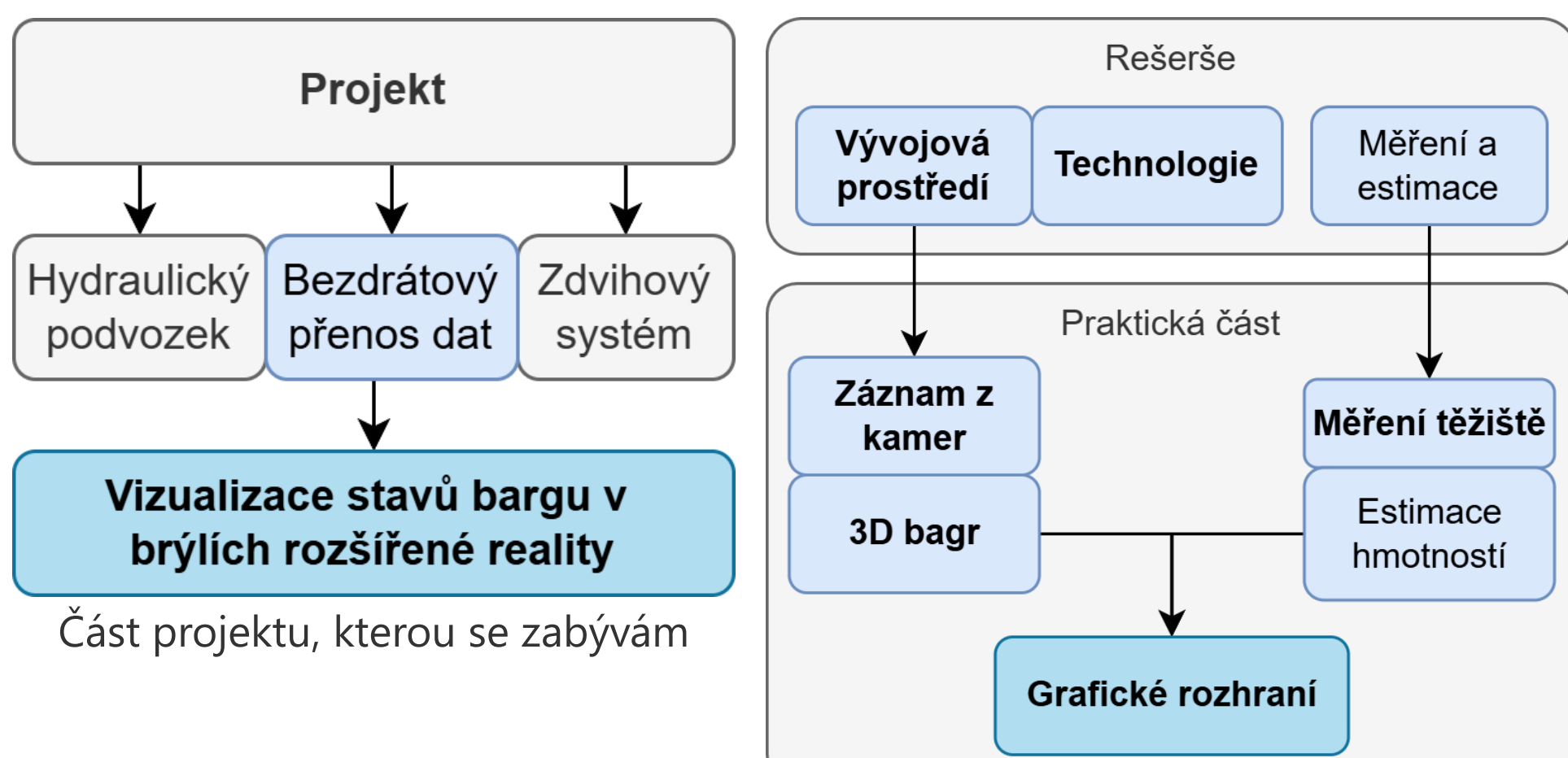
Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky



Kontext a cíle



Bourání komínu firmou MROZEK



Struktura cílů diplomové práce

Kontext a motivace:

- Spolupráce s firmou Mrozek v rámci projektu TAČR
- Bourání výškových budov a komínů
- Zvýšení bezpečnosti a zamezení převrácení bagru
- Vizuální zpětná vazba pro operátora

Cíle:

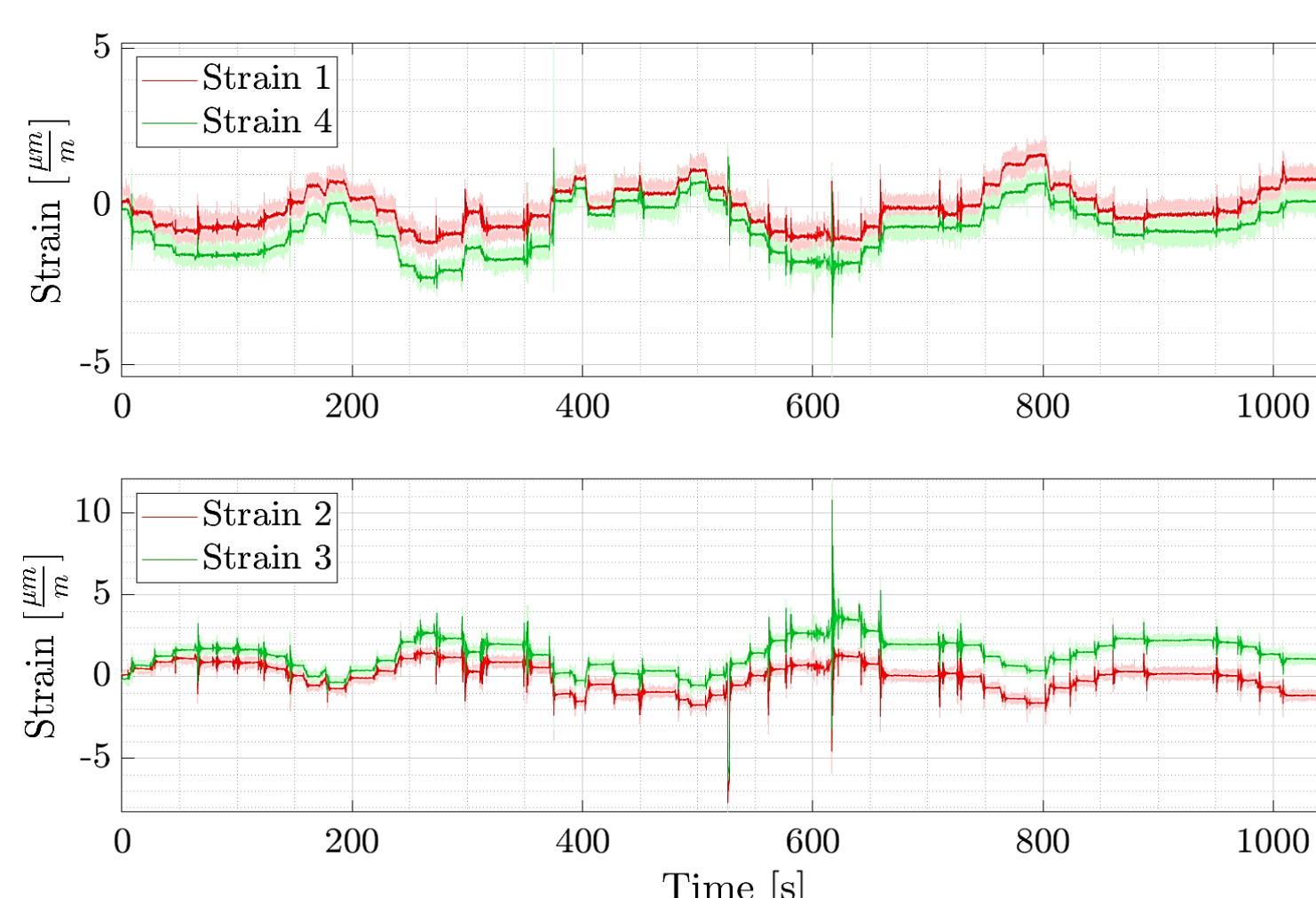
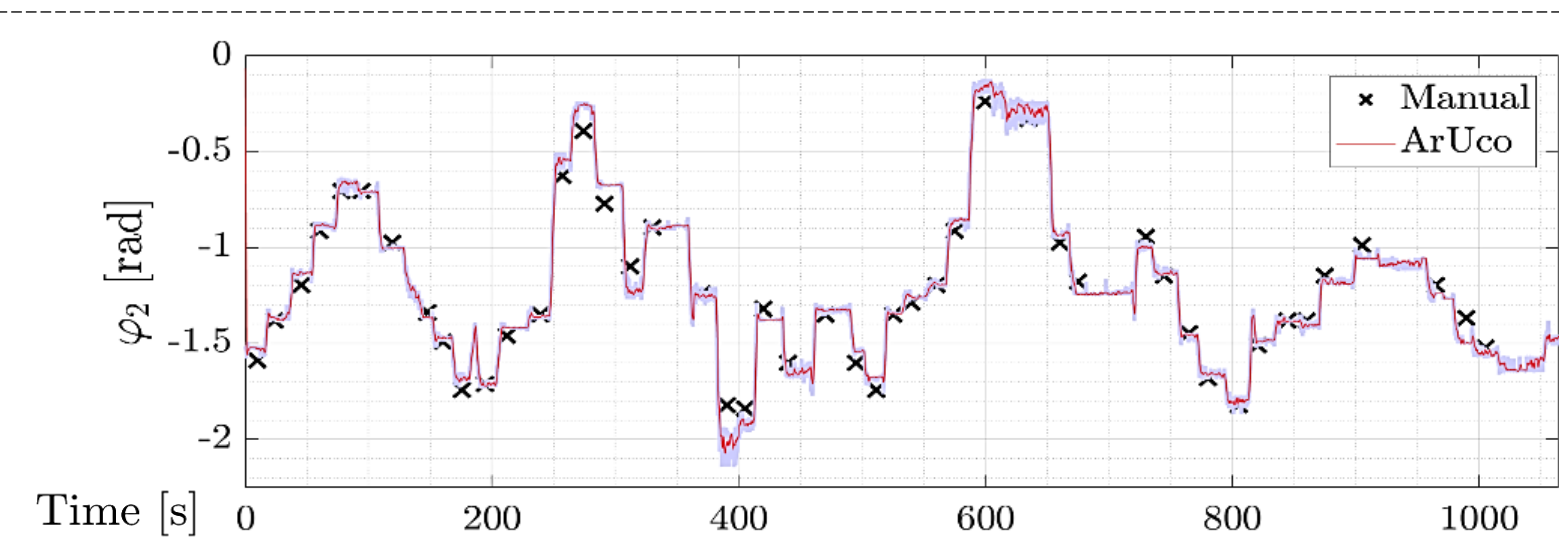
- Navrhnout přímý způsob měření těžiště bagru
- Popsat metodu měření kloubových souřadnic ramene bagru
- Provést vývoj aplikace rozšířené reality s důrazem na implementaci čtyř kamerových záznamů s nízkou latencí
- Do zmíněné aplikace implementovat 3D animovaný model bagru
- Otestovat funkčnost aplikace

Získání informace o těžišti

- Pro vizualizaci těžiště v aplikaci bylo nutné získat parametry bagru
- Bylo provedeno off-line měření těžiště a kloubových souřadnic v několika pozicích
- Estimace dílčích hmotností pomocí NLS a Parameter estimation toolbox

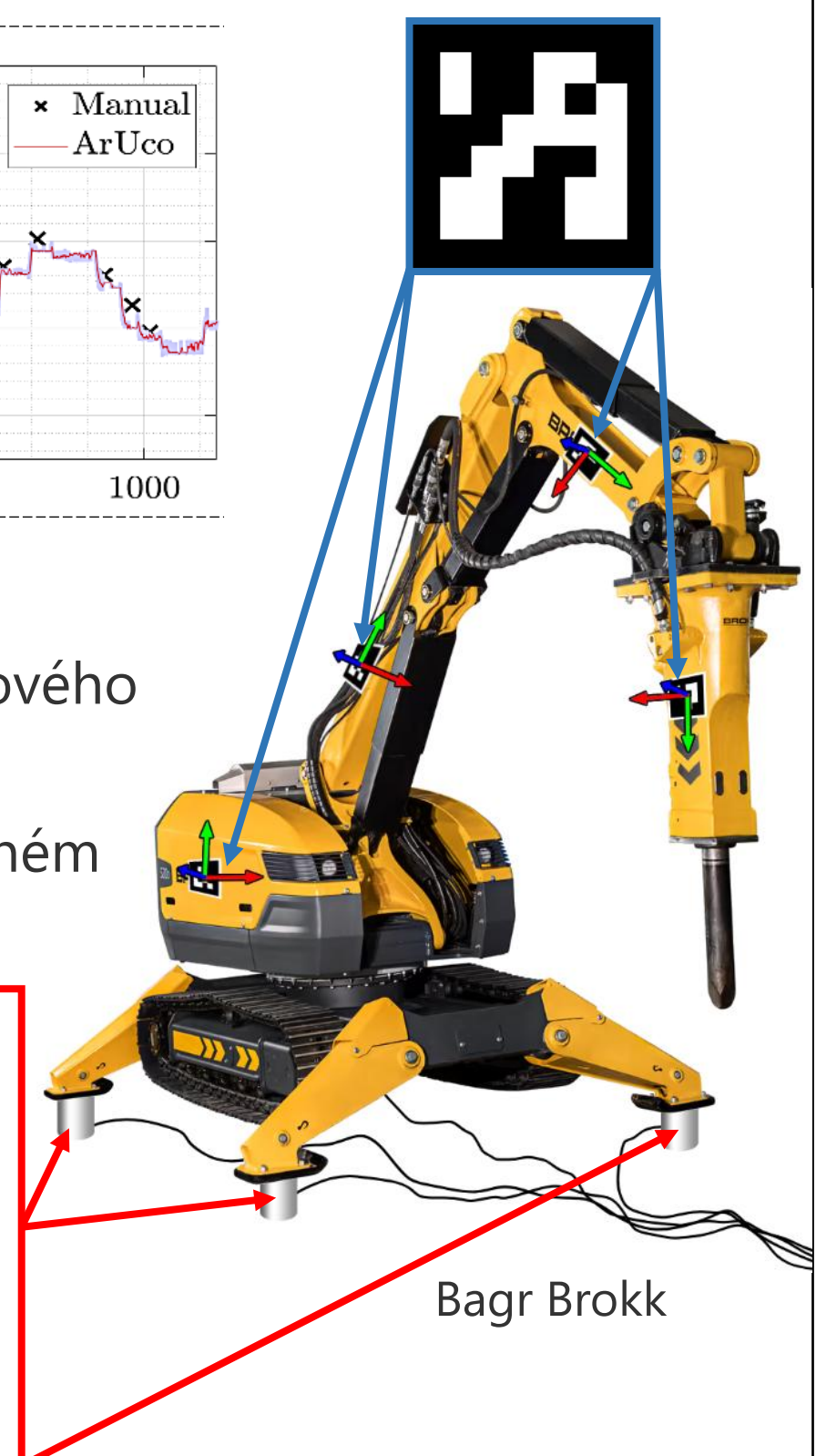
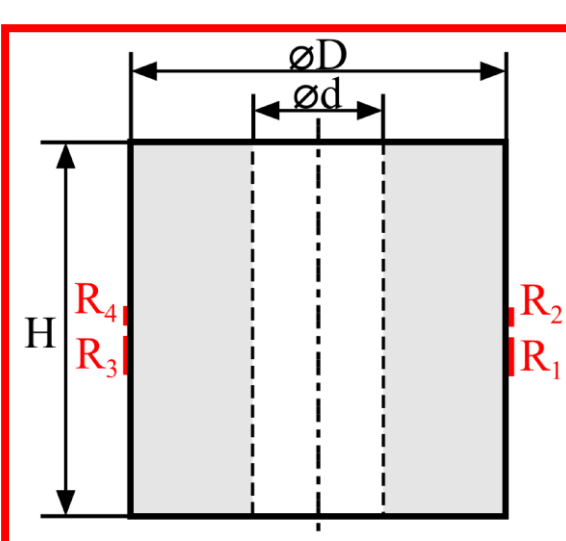
ArUco značky

- Natočení ramen ve 3D



Siloměry

- Vyrobeny z válcového polotovaru
- Tenzometry v plném mostu



Bagr Brokk

Ukázka z měření

V Brně

- Test vytvořené C++ aplikace pro sběr ArUco dat

Ve firmě Mrozek

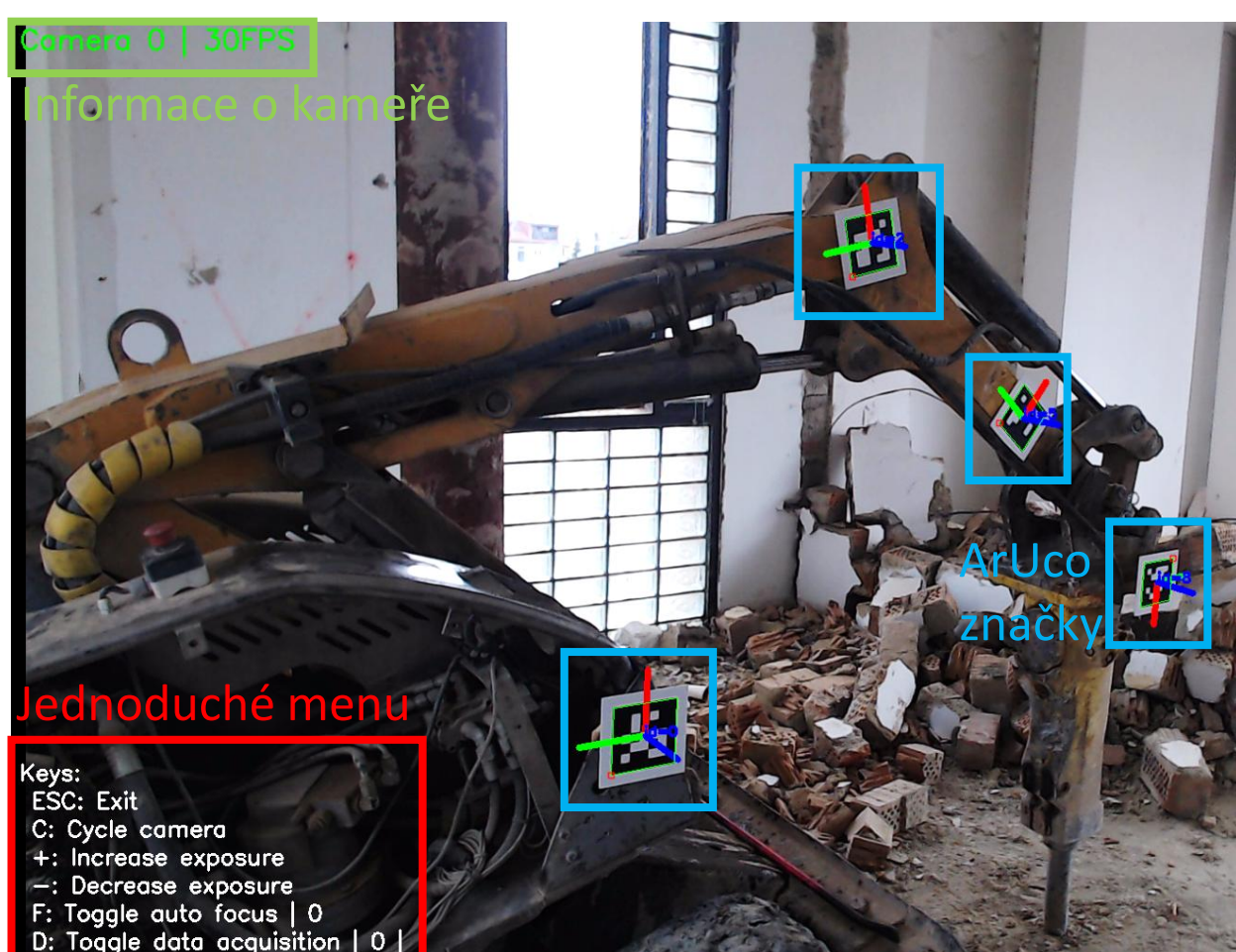
- Celkové rozsáhlé měření



Měřicí sestava



Siloměr

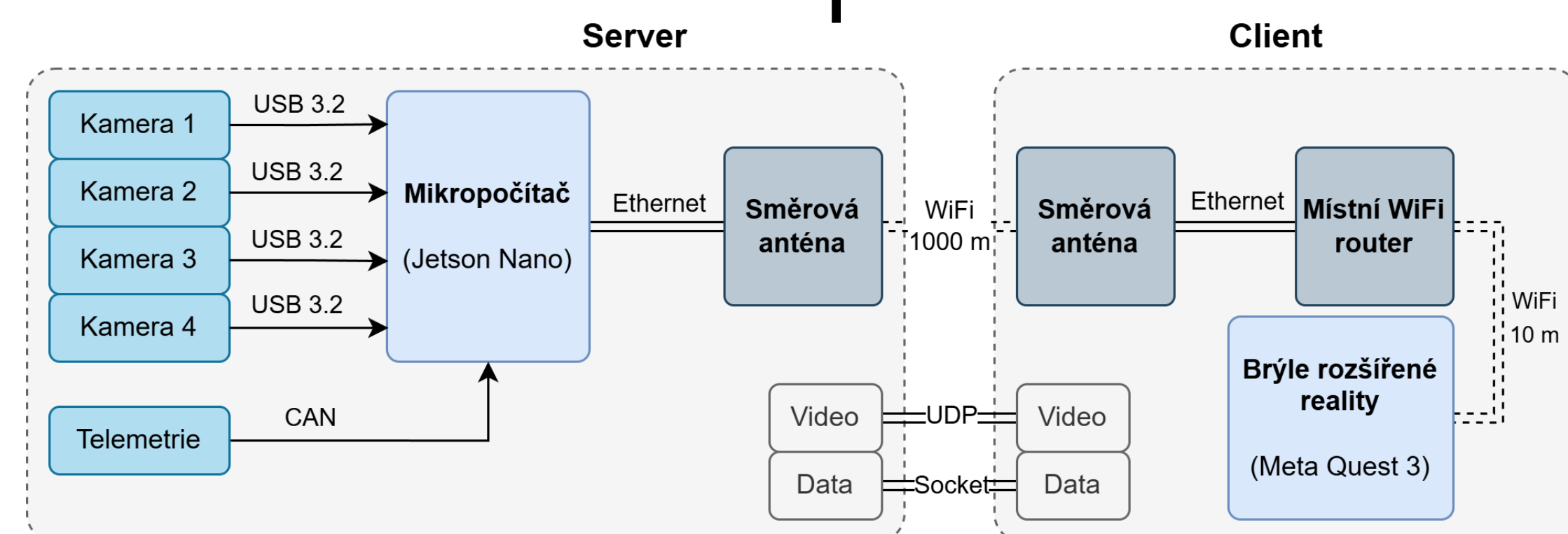


Snímek z aplikace pro měření kloubových souřadnic



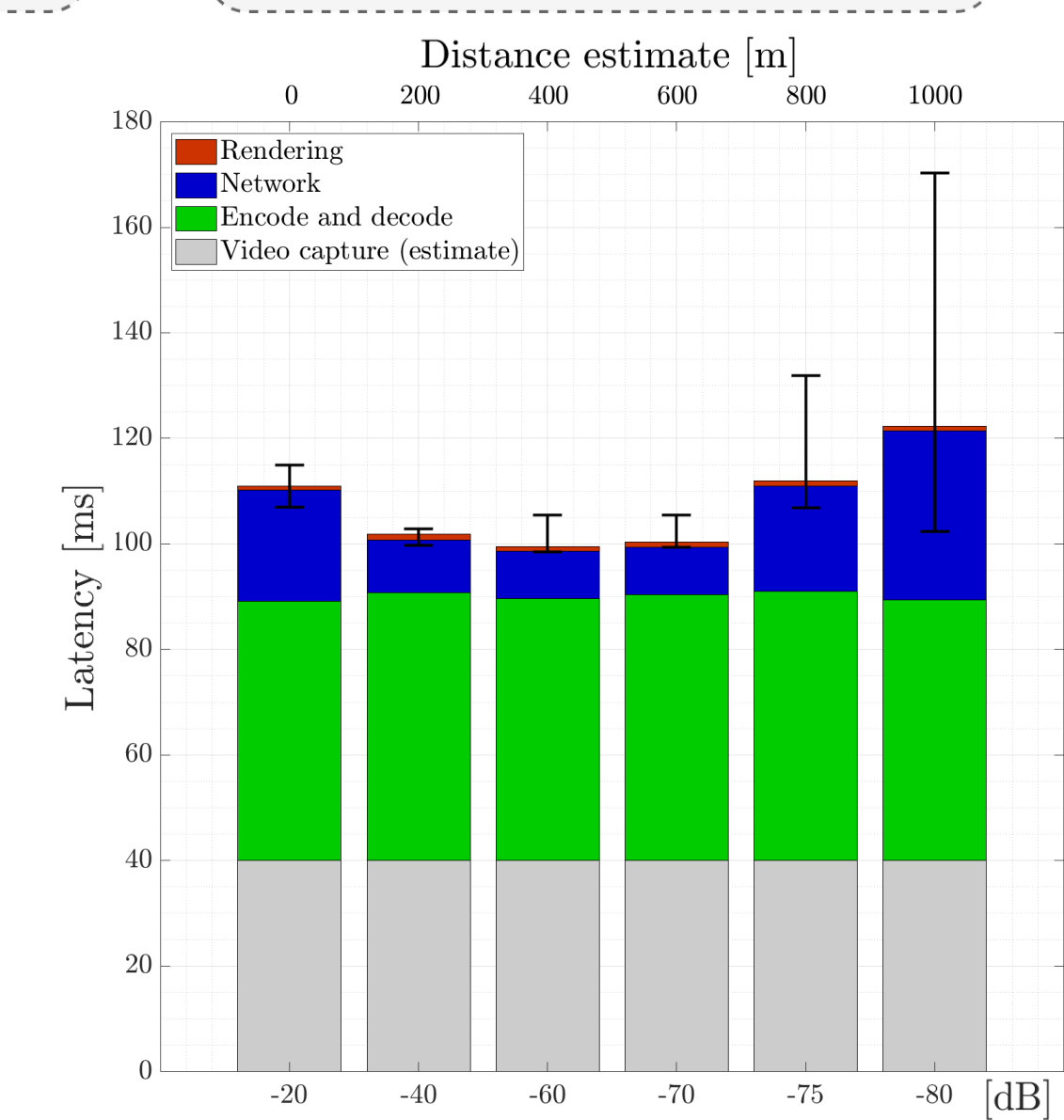
Bagr na siloměrech

Architektura přenosu dat

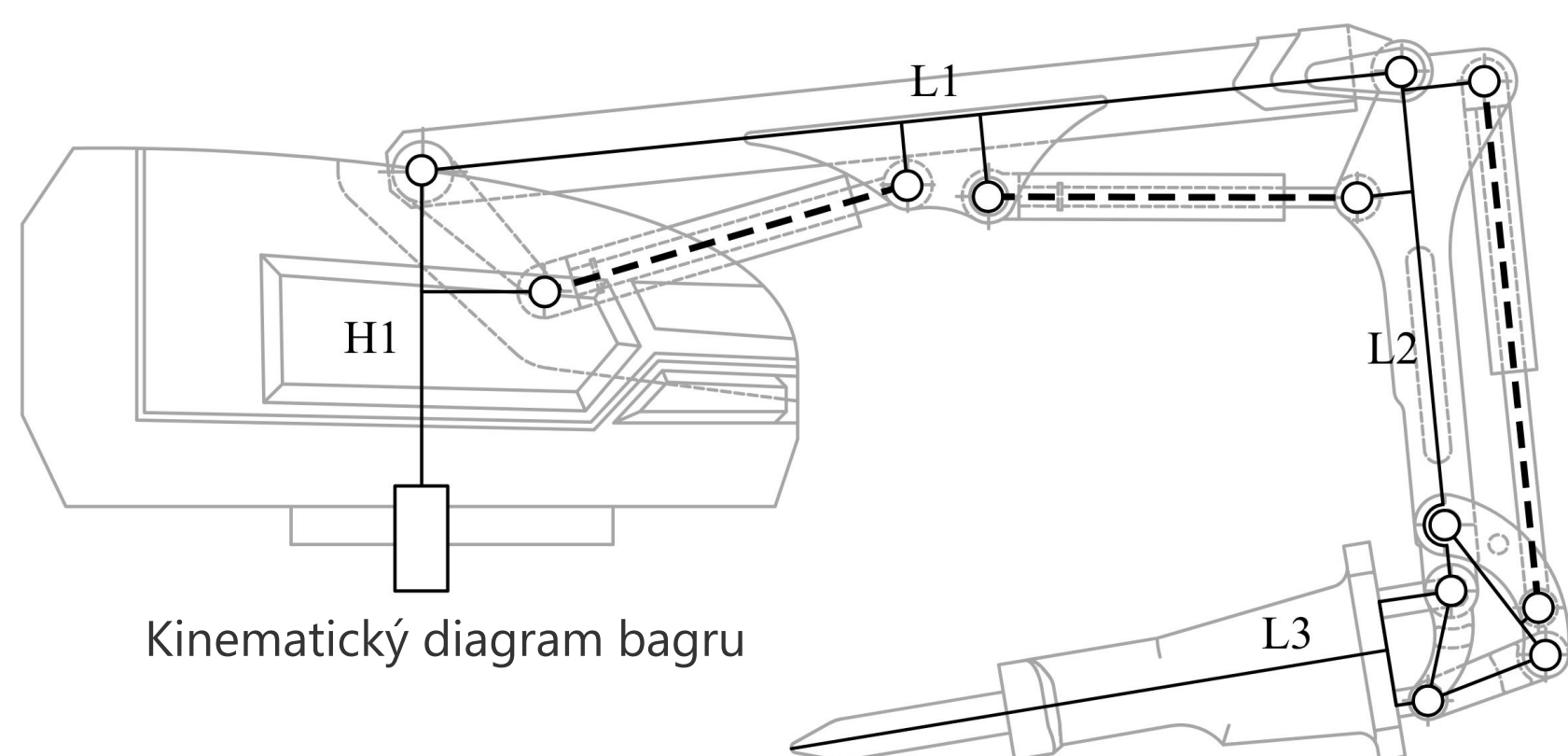


Minimalizace latence

- Vybraný protokol UDP
- Dosažená minimální latence video přenosu pod 15 ms
- Celková odezva systému je okolo 150 ms



Popis kinematiky a 3D model



Kinematický diagram bagru

Dopředná kinematika

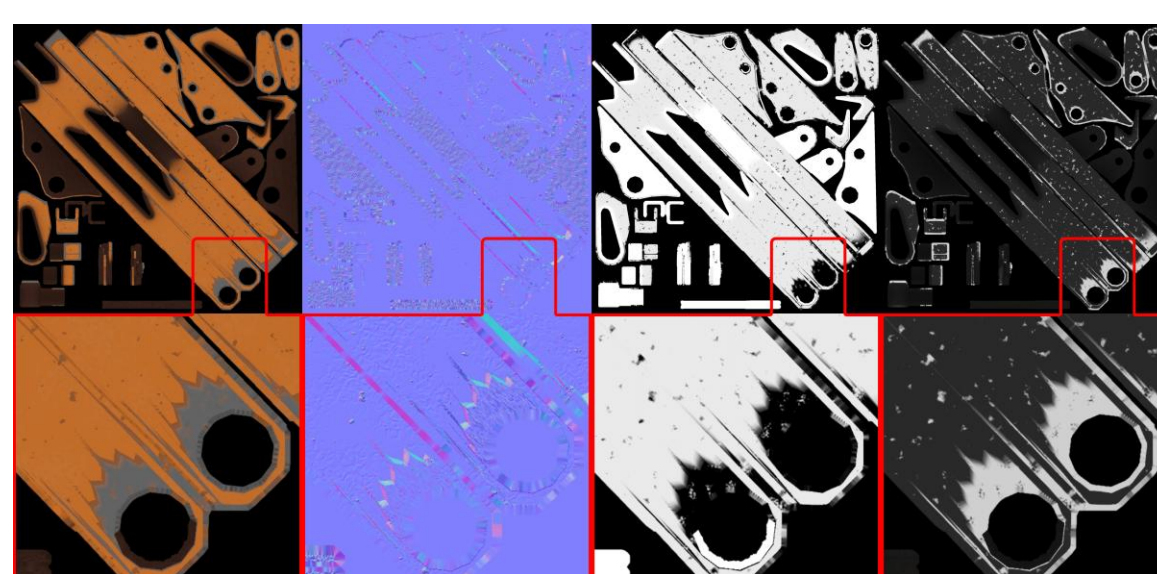
- Mechanismus efektoru, ramena, písty, otoč
- Translace modelu
- Rotace modelu

$$\mathbf{u}_{eff} = \mathbf{R}_{q0} \mathbf{T}_{H1} \mathbf{R}_{q1} \mathbf{T}_{L1} \mathbf{R}_{q2} \mathbf{T}_{L2} \mathbf{R}_{q3} \mathbf{T}_{L3} \mathbf{u}_0$$

$$\mathbf{r}_{eff} = \mathbf{R}_{q0} \mathbf{R}_{q1} \mathbf{R}_{q2} \mathbf{R}_{q3}$$

Tvorba 3D modelu

- Optimalizované herní modely
- Tvorba několika shaderů
- Generování textur pro zlepšení vizuální stránky



Ukázka textur (barva, normály, drsnost, lesklost)

3D modely jednotlivých částí

Aplikace

Platforma

- Meta Quest 3
- Meta spatial SDK/Editor
- Kotlin

Obsahuje

- Čtyři nezávislé kamerové přenosy
- Animovaný 3D model bagru
- HUD

