

Závěrečná práce

# TRENÉR – III. TŘÍDY

Podvodní hokej

## **Záznam podvodního hokeje a streamování**

Ing. Ondřej MACEK

1. června 2023

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2 Technické zajištění vizuálního přenosu hry podvodního hokeje</b>	<b>2</b>
2.1 Rozmístění kamer . . . . .	2
2.2 Podvodní kamery . . . . .	3
2.3 Osvětlení . . . . .	4
2.4 Online streamování . . . . .	5
2.4.1 Připojení kamer . . . . .	5
2.4.2 Streamovací zařízení . . . . .	5
2.5 Propagace streamu . . . . .	7
2.6 Odhad finanční náročnosti . . . . .	7
<b>3 Závěr</b>	<b>9</b>

# 1

## Úvod

Podvodní hokej je jedinečný a vzrušující sport, který se hraje v náročném a dynamickém prostředí. Aby se o nadšení z tohoto sportu mohlo podělit širší publikum, je důležité mít k dispozici spolehlivý a kvalitní vizuální přenos hry. Tato práce se zabývá technickým zajištěním vizuálního přenosu podvodního hokeje, včetně vybavení, softwaru a technik používaných k zachycení a přenosu hry. Práce zkoumá výzvy a možnosti vizuálního přenosu v podvodním prostředí a představuje doporučení pro zlepšení kvality a dostupnosti vizuálního přenosu hry. Pochopením technických aspektů vizuálního přenosu v podvodním hokeji je možné přispět k propagaci a rozvoji tohoto vzrušujícího sportu a jeho sdílení s širším publikem.

## 2

# Technické zajištění vizuálního přenosu hry podvodního hokeje

Nahrávání a streamování hokejových zápasů pod vodou může být vzhledem k podvodnímu prostředí náročné. Se správným vybavením a nastavením je však možné akci zachytit a sdílet. V následujících kapitolách jsou popsány kroky, které jsou základem k úspěšnému nahrávání a streamování zápasů podvodního hokeje, což umožní fanouškům i hráčům vychutnat si akci odkudkoli.

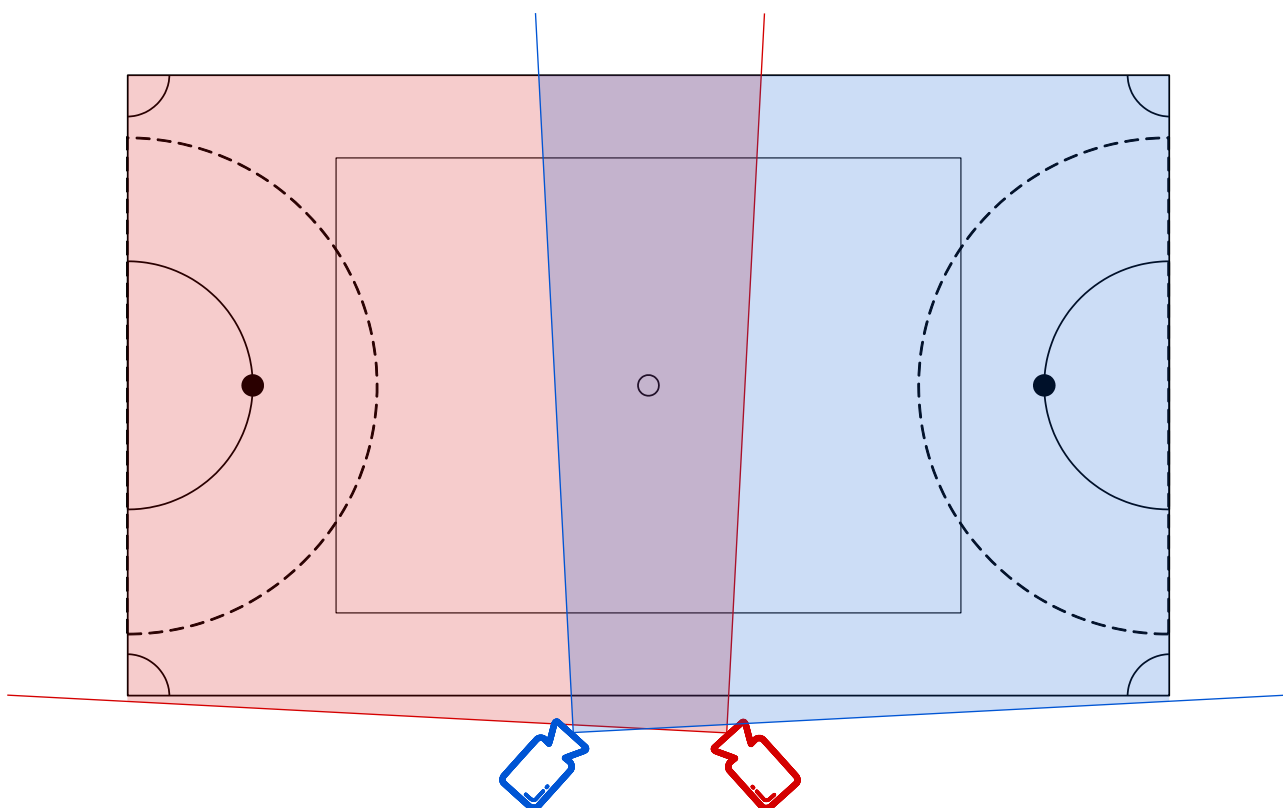
## 2.1 Rozmístění kamer

Před natáčením je důležité rozhodnout o strategickém umístění podvodních kamer kolem bazénu, aby zachycovaly dění z různých úhlů. Kamery je možné připevnit na stěny bazénu, na podlahu, podvodní stativy nebo použít kameramana. Statické kamery by měly být bezpečně připevněny, aby nebyly během hry otočeny nebo nebyl jinak ovlivněn jejich záznam.

Rozmístění kamer se odvíjí zejména od počtu kamer, které tým má a míře schopnosti a ochoty jejich záznamy zpracovat. Zpracování natočeného videa je časově náročná disciplína. Ze záznamu z jedné kamery lze jednoduše vystříhat části, které nejsou divácky atraktivní, např. doba mezi hrami. Záznamy ze dvou a více kamer už potřebují časově synchronizovat a pro výsledný snímek přepínat mezi těmi, které nabízejí nejlepší obraz.

Nejmenší počet kamer pro rozumný záznam hry podvodního hokeje je jedna kamera za předpokladu, že z ruky natáčí schopný kameraman. Pro záznam ze statických kamer jsou na dně bazénu potřeba alespoň dvě. Každá z nich pak sleduje jednu polovinu hřiště a střed sledují obě, viz obr. (2.1).

Největší slabinou tohoto rozmístění jsou protější rohy bazénu. Protože je kamera od rohů téměř 20



**Obr. 2.1:** Umístění dvou kamer pro záznam celé hrací plochy.

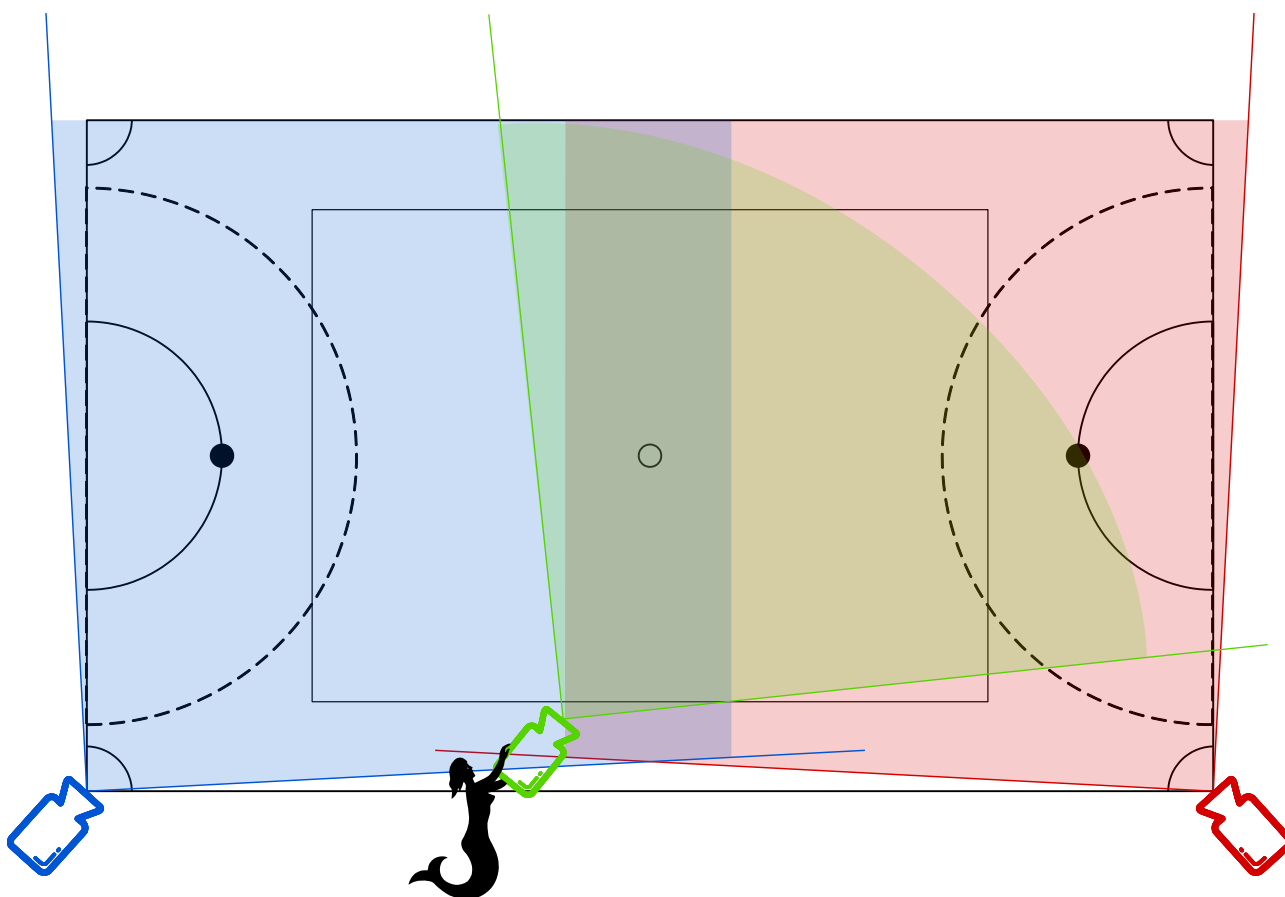
metrů, bývá záběr i za jen lehce zhoršené kvality vody tak neostrý, že téměř není vidět kdo má puk a je možné ze záznamu sledovat pouze hrubé rozmístění hráčů.

Zajímavé rozmístění kamer využívají např. Francouzi na svých turnajích. Ti používají kamer šest. Dvě podvodní kamery z rohů bazénu sledují každou bránu, s další plave kameraman, který tak přináší většinu záběrů ze hry, viz obr. (2.2). Dvě kamery na břehu sledují střídačku každého týmu a poslední kameru mají před sebou komentátoři. Takové rozmístění a počet kamer už potřebuje zkušený tým, který se během turnaje stará právě jen o natáčení a stremování. [UWH News, 2023]

Výhodou použití třech podvodních kamer je, že maximální vzdálenost, kterou kamera potřebuje natáčet je 15 metrů. To by mohl ještě více kompenzovat pohybující se kameraman, který když neovlivní svojí přítomností hru, mohl by i vplavat do hracího pole. V případě francouzských zápasů to dělá.

## 2.2 Podvodní kamery

Kvalitu natáčení pod vodou je možné zlepšit použitím kvalitních kamer. Takováto investice se může jednoduše velmi prodražit. Nejenže takové kamery musí být speciálně navrženy pro použití ve vodním prostředí, ale musí mít dobré optické vlastnosti, široký objektiv a schopnost snímat a zpracovat záběry



**Obr. 2.2:** Rozmístění šesti kamer pro záznam celého turnaje.

pořizované za špatných světelných podmínek.

Širokoúhlé objektivy jsou důležité nejen proto, že chceme kamerou zabrat co nejvíce z hracího pole, ale také proto, že vodní prostředí značně zužuje úhel, který kamera snímá. Např. je-li použit objektiv s plochým předním sklem, je tento úhel redukován o cca 25 %. Například relativně nízkorozpočtová kamera GoPro 11 zabírá při SuperView módu horizontálně cca 120°, takže ponořením pod vodu se tento úhel sníží na cca 90°. [GoPro Support, 2022], [Subspace Pictures, 2022]

Širší záběr kamery je možné získat použitím rybího oka. Takový objektiv lze běžně nasadit jen na lepší přístroje, kde se cenově dostáváme na násobky ceny GoPro 11. Mezi nízkorozpočtové kamery, které disponují rybím okem patří např. Insta360. Ta nicméně nedosahuje stejných kvalit záznamu, jako GoPro 11. [Lauren Breedlove, 2022], [Scott Gilbertson, 2023]

## 2.3 Osvětlení

Vhodné osvětlení je pro pořízení jasných záběrů pod vodou zásadní. Kamery obecně dělají lepší snímky v dobře osvětleném prostředí, a dobrým podvodním osvětlením lze i mírně kompenzovat

zhoršení kvality záznamu způsobené zhoršenou kvalitou vody. Není-li bazén dobře osvětlen, je možné nad něj vztyčit stojany se světly nebo ponořit voděodolná LED světla pod vodu. Nabízí se osvětlit zejména rohy, které jsou nejdále od kamer, nicméně lepší doporučení by obnášelo další studii a případně testování. Obě zmíněná řešení však mohou narušit hru přílišným oslněním hráčů. Z hlediska natáčení je důležité dbát na rovnoměrné rozložení světla, aby nevytvářelo odlesky nebo odrazy na čočkách kamer.

## 2.4 Online streamování

Pokud požadováno jen vytvoření záznamu ze hry pro další analýzu her a propagaci, skládá se práce kolem jeho pořízení z nastavení kamer, případně světel, zajištění kameramana a kontrolování stavu baterií jednotlivých zařízení, aby v polovině zápasu nepřestaly natáčet. Zpracování záznamů je až druhou fází, která může proběhnout hodiny nebo dny na výkonných strojích ve střihačském studiu.

Jinou variantou je online streamování. Při něm je nutné zpracovávat záznam živě při hře. Tedy mít vedle bazénu střihačský pult s výkonným počítačem, stabilním připojením k internetu a streamovacím softwarem, ke kterému jsou kamery připojeny.

### 2.4.1 Připojení kamer

Podle typu kamer je třeba zvolit správný postup pro jejich spojení se střihačským pultem. Některé kamery disponují voděodolným konektorem, kterým jsou připojeny pomocí kabelu. Jiné, jako GoPro, streamují přes bezdrátové připojení pomocí Wi-Fi. Ne, že by streamovat přes kabel neumělo, ale při připojení kamery USB-C kabelem není vodotěsné. Frekvence 2.5 GHz, na které kamera vysílá, je ale vodou rušena, a tak nemusí být mezi kamerou pod vodou a přijímačem nad vodou dostatečně silný signál k přenosu. Tento problém je možné vyřešit např. drátovou anténou pomocí koaxiálního kabelu, jehož konce se umístí blízko vysílače kamery a přijímacího zařízení. Takové řešení popsal na svém webu Paul Illsley. Tím je možné dostat Wi-Fi streamování, trochu paradoxně - přes drát - až na vzdálenost 15 metrů. To může dobře fungovat pro stacionární kamery umístěné blízko břehů. Jak ale propojit kameru kameramana, který se pohybuje po bazénu? Ani 15m kabel nedosáhne přes celou hrací plochu a hlavně takový kabel by byl ve vodě nebezpečný. Mohl by překážet hráčům nebo by o něj mohl zavadit kdokoliv jiný a poškodit tak kameru nebo zkazit kamerový záběr. Tuto výzvu řešili i francouzští kolegové z UWH News. Ti propojili kameramanovu podvodní kameru s plovoucí základnou, ke které se přenáší záznam kabelem, který je ale dostatečně krátký na to,

## 2.4. ONLINE STREAMOVÁNÍ

---

aby ho kameraman zvládl udržet pod kontrolou. Z plovoucí základny už je možné „přeposílat“ záznam vzduchem do hlavního počítače stříhačského pultu. [Paul Illsley, 2014], [UWH News, 2023]



**Obr. 2.3:** Snímek kameramana UWH News a kamery propojené s plovoucí základnou.

### 2.4.2 Streamovací zařízení

Na kraji bazénu je třeba vytvořit prostor pro techniku a streamovací tým, tzv. stříhačský pult. Ten může spravovat přenosy z více kamer, přepínat mezi nimi, přidávat grafiku a řídit celkovou produkcí. Pro takovou správu je potřeba vhodný software, který zvládne propojit všechny zdroje a vytvořit výsledné video. Mezi takové programy patří např.:

- OBS Studio
- Streamlabs OBS
- Restream.io
- Vimeo Livestream

První dva jsou open-source programy, které jsou k použití zdarma. Druhé dva mají různé druhy předplatného, které přinášejí pokročilé streamovací funkce. Nicméně pro základní přepínání kamer a synchronizaci obrazu a zvuku postačí první dva zmíněné.



Kromě Vimeo Livestream umožňují všechny zmíněné programy streamovat video na dnes nejpopulárnější streamovací platformy, jako jsou YouTube, Facebook nebo Twitch. Ve většině případech si pro streamování stačí na platformě založit účet a začít spustit stream. [Holly Stanley, 2023]

Pro větší zážitek ze streamu je vhodné přidat ke kamerám i mikrofony, které zaznamenají zvuky dění kolem bazénu nebo komentáře hlavního rozhodčího. Dalším vhodným místem pro mikrofon je stříhačský pult, u kterého může sedět i komentátor, který k zápasu přidá divácky atraktivní popis hry, jako je známo z televizních přenosů sportovních utkání. K dokonalosti už jen chybí předpřipravené znělky a opakované zpomalené záběry z aktuální hry (např. gólové akce, či fauly), které zmíněné programy taktéž podporují.

## 2.5 Propagace streamu

Důležitou součástí streamování záznamu hry podvodního hokeje je jeho sdílení a dobrá propagace. Bez ní se o něm nikdo nedozví a nebude mít sledovanost. Základem je sdílení odkazu mezi základnu příznivců na sociálních sítích, pomocí e-mailu nebo vystavení odkazu na webové stránky klubů. Je vhodné vyzvat diváky, aby se naladili a podpořili týmy již několik dní před samotnou událostí.

Pro širší propagaci mezi veřejnost, která podvodní hokej zatím nezná je nutné využít veřejná média, jako jsou lokální i globální noviny (ideálně internetové, kde čtenář rozklikne odkaz na stream), rádiové či televizní stanice nebo ho propagovat pomocí reklamy na internetu, čímž už se dostáváme k placeným kanálům, které zvyšují cenu streamování.

Kromě streamování je vhodné záznamy kamer nahrát pro pozdější zhlédnutí nebo analýzu, popř. alespoň nastavit na streamovací platformě uložení záznamu.

## 2.6 Odhad finanční náročnosti

V předchozích kapitolách byla popsána různá zařízení a jejich obsluha, která je potřeba pro realizaci streamu. Každá z položek něco stojí a je tedy nutné zmínit i finanční náročnost, aby si bylo možné představit, pro koho je jaká varianta přijatelná a realizovatelná. Protože nemám k dispozici konkrétní cenové nabídky realizačního týmu, budou tyto uvedeny jen velmi zhruba.

Nejlevnější variantou je **offline zpracování záznamů**. K tomu je potřeba buď jedna kamera s kameramanem nebo dvě statické kamery. Kameramana může dělat schopný hráč, který zná dynamiku podvodního hokeje, ale zrovna daný zápas nehraje, čímž je možné ušetřit za externího člověka, najatého na pořizování záznamů. Jestliže v květnu 2023 stojí GoPro HERO11 kolem 12000 Kč

[Alza.cz, 2023], může být pro tuto variantu největším nákladem právě pořízení jedné až dvou kamer. Následné zpracování obrazu, které proběhne offline, může provést podvodně-hokejový nadšenec ve svém volném čase, případně externí střihač, který by pár hodin záznamu za „několik stovek“ za hodinu mohl zvládnout zpracovat.

**Nejlevnější** variantou pro **online streamování** je sestava dvou statických kamer na dně bazénu, střihačského pultu s jedním střihačem, který přepíná mezi kamerami a řídí výstupní obraz. K sobě určitě potřebuje technika, který v případě potřeby vyřeší technické problémy během přenosu. To jsou tedy minimálně dva lidé, kteří jsou delegováni pro celý turnaj ke streamování. Cena takových dvou lidí se dá odhadovat na jednotky tisíc za natáčecí den.

**Odhad varianty plnohodnotného pořadu streamovaného sportovního zápasu**, např. kterou používá francouzská UWH News v českých podmínkách by už byla poněkud dražší. Celkem 5 statických kamer, z toho dvě pod vodu, plus jedna podvodní kamera s kameramanem se v případě kamer GoPro 11 vyšplhá na pořizovací náklady kolem 72000 Kč. Dále je nutné zařídit zařízení, které předá signál podvodních kamer střihačskému pultu celkem pro 3 kamery. Konkrétní návrh řešení by vyžadoval další studii, nicméně pro odhad může postačit, že se taková zařízení mohou dát pořídit za jednotky tisíc korun. Dále jsou k natáčení potřeba dva kameramani, protože jeden ve vodě nevydrží celý den, komentátor, a jako v minulém příkladu střihač a technik. To je tým celkem 5 lidí, který je potřeba k streamování hry. V případě celodenního turnaje je nutné počítat s ohodnocením takového týmu na nižší desítky tisíc. V případě komerčního týmu daleko více.

# 3

## Závěr

Vizuální přenos hry podvodního hokeje je klíčovým prvkem pro úspěšné šíření tohoto sportu po celém světě. Použití podvodních kamer a jejich správné rozmístění umožňuje divákům vidět hru z podvodní perspektivy, aniž by sami museli plavat pod vodou, což může zvýšit jejich zájem o tento sport a posílit tak jeho popularitu. Osvětlení hrací plochy bazénu je dalším důležitým prvkem, který pomůže optimalizovat podmínky pro záznam a sledování hry, nicméně vyžaduje další studii.

Díky online streamování zápasů podvodního hokeje jsou diváci schopni sledovat hru v reálném čase a získat tak pocit, že jsou přímo na místě, i když se nachází na druhé straně zeměkoule. Propagace streamu je dalším důležitým prvkem, který může zvýšit povědomí o tomto unikátním a zábavném sportu a přitáhnout nové diváky, fanoušky a možná i potenciální hráče.

Škála finanční náročnosti je v tomto ohledu velmi široká. Nicméně základní variantu streamu zápasů bychom měli být schopni zvládnout i v aktuálním českém prostředí. Kamery máme jako kluby k dispozici, zbývá je tedy připojit k střihačskému počítači, použít některý ze streamovacích programů, který je zdarma, posadit k němu zapáleného střihače a vybrat vhodnou koncovou platformu. Pak již nic nebrání k posunutí propagace českého podvodního hokeje na vyšší úroveň.

# Literatura

- [Alza.cz, 2023] Alza.cz (2023). *GoPro HERO11 Black*. <https://www.alza.cz/gopro-hero11-black-d7386854.htm>. [Online; accessed 30-May-2023].
- [GoPro Support, 2022] GoPro Support (2022). *HERO11 Black: Digital Lenses FOV Information*. <https://community.gopro.com/s/article/HERO11-Black-Digital-Lenses-FOV-Information>. [Online; accessed 29-May-2023].
- [Holly Stanley, 2023] Holly Stanley (2023). *12 Best Streaming Software (Free and Paid) in 2023*. <https://blog.appsumo.com/best-streaming-software>. [Online; accessed 30-May-2023].
- [Lauren Breedlove, 2022] Lauren Breedlove (2022). *The 15 Best Underwater Cameras of 2023*. <https://www.travelandleisure.com/best-underwater-cameras-6833080>. [Online; accessed 29-May-2023].
- [Paul Illsley, 2014] Paul Illsley (2014). *GoPro Underwater Wi-Fi Cable Setup*. [https://www.paulillsley.com/GoPro\\_Underwater\\_Wi-Fi\\_Cable\\_Setup](https://www.paulillsley.com/GoPro_Underwater_Wi-Fi_Cable_Setup). [Online; accessed 28-May-2023].
- [Scott Gilbertson, 2023] Scott Gilbertson (2023). *The Best Action Cameras*. <https://www.wired.com/gallery/best-action-cameras>. [Online; accessed 29-May-2023].
- [Subspace Pictures, 2022] Subspace Pictures (2022). *Underwater Optics Expertise*. <https://www.subspace.ch/uw-optics-expertise>. [Online; accessed 29-May-2023].
- [UWH News, 2023] UWH News (2023). *UWH News, YouTube channel*. <https://www.youtube.com/c/uwhnews>. [Online; accessed 20-May-2023].