

Správce obsahu (Content Manager)

Systém správy 3D modelů pro účely jejich prezentace

Dokumentace

ID: ASW-13210-2021-01

Vyvinuto v rámci projektu:

Prezentace a ochrana 3D digitálních objektů v muzejních sbírkách

Program na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje
Národní a Kulturní Identity 2020

ID Projektu: **DG20P0OVV027**

Obecný popis

Správce obsahu (CM) je samostatná aplikace, jejímž účelem je poskytovat prostředí a nástroje pro konverzi a přípravu vstupních multimedialních dat (zejména ale 3D modelů) určených pro prezentování návštěvníkům prostřednictvím kompatibilních zařízení (aktuálně viz [Interaktivní projekční stěna - IPS](#)). Produktem CM je tzv. prezentační balíček (viz sekce ??). Ten obsahuje vlastní data (např. 3D model) a další pomocné instrukce a popisné informace. Aplikace spravuje pracovní databázi v níž eviduje data k vytvářeným prezentačním balíčků a z níž pak generuje výstupní balíčky. Uživatel (tvůrce prezentací) má k dispozici rozhraní umožňující řídit celý proces přípravy dat až po finální produkt. Vstupem pro Správce obsahu jsou různorodá multimedialní data zahrnující 3D modely, 3D scény, obrázky a videa. CM používá nástroje pro konverzi těchto vstupních dat tak, aby byl sjednocen formát výstupních balíčků před následnou prezentací. Vzhledem ke složitosti operací nad 3D obsahem, je vstupní popis 3D scén omezen na formát prostředí Unity 3D, který je využíván pro popis 3D obsahu institucí Národního muzea a představuje široce rozšířenou platformu. 3D obsah v jiných formátech je nutné před zpracováním podrobit konverzi za pomoci externích aplikací.

1.1 Popis funkcí

Funkce CM vychází z předem definovaných scénářů prezentací založených na čtyřech datových formátech (viz také Interaktivní projekční stěna - [Dokumentace](#)):

- 3D model
- 3D scéna
- Galerie obrázků
- Video

Každá z těchto datových forem představuje jeden typ scénáře pro prezentaci a zároveň vymezuje okruh možných vstupních formátů. Tím jsou dané postupy tvořící celý životní cyklus konkrétního prezentačního balíčku (viz obr. [1.1.1](#)).

Na obrázku [1.1.1](#) je znázorněné schéma, popisující proces, kterým prochází data od vstupu až po vytvoření prezentačního balíčku pro konkrétní typ prezentace. Celý tento proces probíhá ve fázích popsaných v následujícím textu.

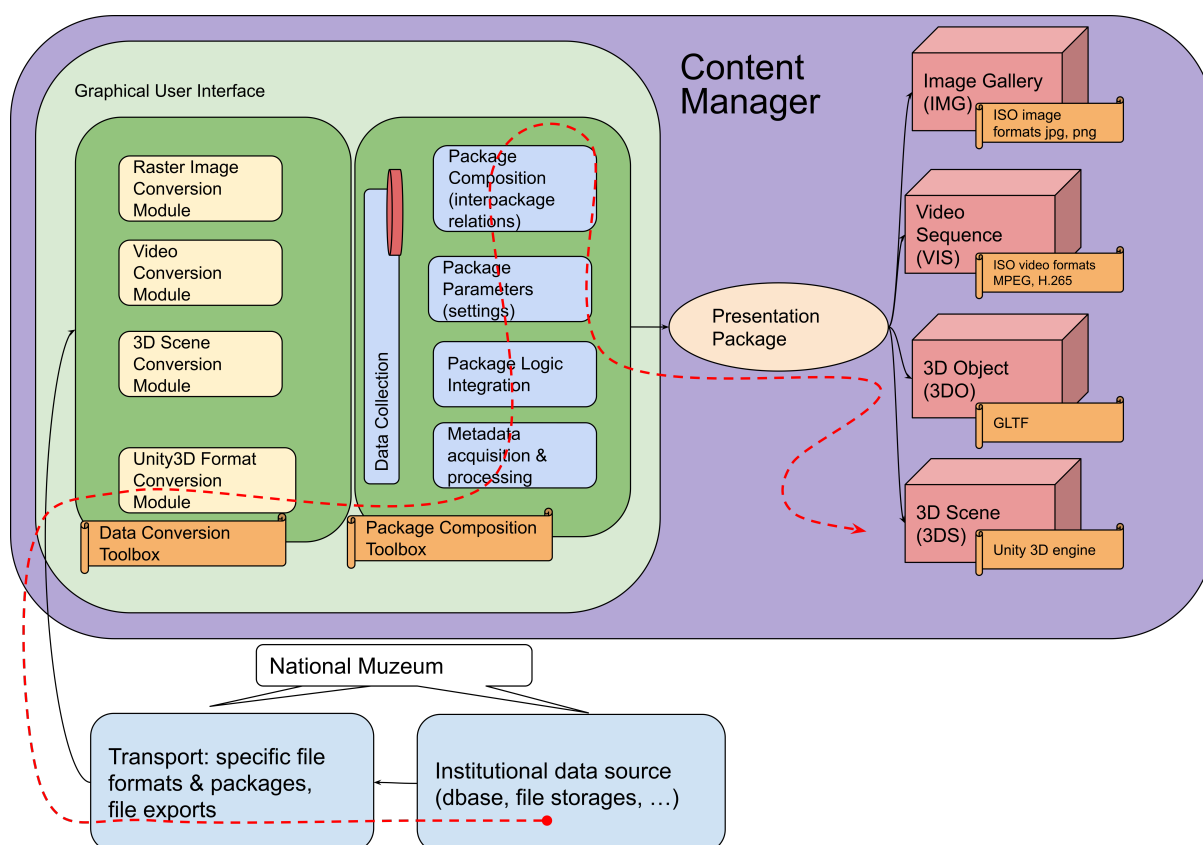
1.1.1 Import a konverze vstupních dat

Vstupní data jsou importována v závislosti na datové formě. V případě obrázků a videa jsou automaticky volány konverzní nástroje, které převedou vstupní obsah do požadovaného formátu a s požadovanými parametry. Některé parametry konverze má uživatel možnost upravit podle předpokládaných potřeb zařízení, které bude data prezentovat (např. zvolit menší kvalitu videa pro zařízení s menším výkonem). V případě 3D modelu je nutné konverzi provést poloautomaticky za pomoci některého 3D modeláře (např. Blender). Výsledkem je 3D reprezentace ve formátu GLTF (GL Transmission Format), což je standard udržovaný skupinou Khronos Group (www.khronos.org).

Data popisující 3D scény jsou obvykle uložena v prostředí pro které byla vytvořena. Jsou reprezentována složitými datovými strukturami a mohou obsahovat vlastní logiku, a proto je jejich konverze z jiných prostředí velmi náročná, nelze zcela automatizovat a vyžaduje lidskou práci. Proto byl pro vnitřní reprezentaci 3D scény v prezentačním balíčku zvolen jeden konkrétní formát, který je již využíván institucí Národního muzea a konverzi z jiných prostředí (například Unreal Engine firmy Epic Games) je nutné provést ručním zásahem přímo na autorské úrovni.

1.1.2 Doplnění metadatového popisu

Každá vstupní komponenta (například fotografie, model, video, apod.) může být doplněna informacemi (například autor, název, rok vzniku, apod.) které se ukládají ve formě metadat a jsou pak součástí prezentačního balíčku a mohou být použita při prezentaci nebo pro pozdější identifikaci prezentačního balíčku. Metadata je možné v této fázi vkládat



Obrázek 1.1.1 Schéma procesu tvorby prezentačního balíčku v prostředí Správce obsahu.

v aplikaci ručně nebo je lze importovat za použití vstupního formátu MODS (Metadata Object Description Schema) využívaného pamětovými institucemi jako standard pro popis sbírkových předmětů. Pro import lze také použít XLSX dokument exportovaný ze systému *Museion* (<https://www.axiell.cz/co-umime/vyvoj-software/museion/>).

1.1.3 Nastavení dalších parametrů prezentačního balíčku

Pro běh prezentace konkrétního balíčku je nutné nastavit další konkrétní parametry (například velikost mřížky galerie obrázků, pohled a směr otáčení kamery sledující 3D objekt, atd.). Tyto doplňující informace lze zadat do aplikace v této fázi. Samotný způsob zadávání se liší podle typu prezentačního balíčku.

1.1.4 Definice reakcí na události

Zařízení, pro která jsou prezentační balíčky určena disponují sadou senzorů pro komunikaci s návštěvníkem (viz *Dokumentace IPS - Interaktivní projekční stěna*). Signály z těchto senzorů jsou interpretovány podobně jako vstupy od uživatele běžného počítače a lze jimi ovlivnit běh prezentace (například gesto pro posun nebo výběr obrázku, otočení 3D modelem, detekce pohybu v místnosti apod.). V této fázi jsou definovány vztahy mezi vznikem události (signál z některého senzoru) a akcemi, které daný typ prezentace podporuje. Navíc lze funkce prezentace rozšířit o přídatné skripty, které umožňují na vstupy uživatele a události vzniklé samotným během prezentace reagovat libovolným způsobem. Definice reakcí na události a tvorba těchto skriptů je popsána dokumentu *EMT SDK*, který je přílohou této dokumentace.

1.1.5 Archivace a uložení prezentačního balíčku

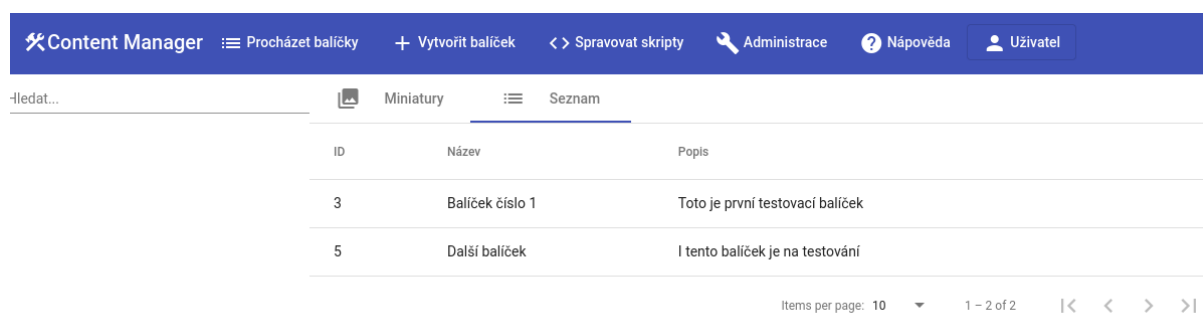
Všechny dodané informace a data jsou v závěrečné fázi archivovány kompresorem ZIP ve formě balíčku, který je pak uložen a zaevidován v databázi Správce obsahu. Výsledný záznam o prezentačním balíčku je následně uživateli prezentován k exportu nebo k nahrání na konkrétní zařízení.

Uživatelský popis

Výše popsany proces uživatel v aplikace Správce obsahu ovládá prostřednictvím uživatelského prostředí s webovým rozhraním. Tato část popisuje celý proces podrobněji na úrovni konkrétních akcí uživatele.

2.1 Uživatelská příručka

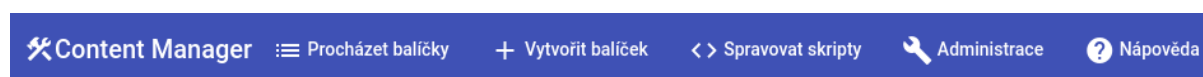
Po otevření rozhraní Správce obsahu se uživatel dostane do seznamu balíčků. Seznam balíčků je formulář (obr. 2.1.1), který umožňuje uživateli vyhledávat balíčky pomocí filtrování. Správce obsahu zobrazí pouze takové balíčky, jejichž metadata obsahují vyhledávaný text. Kromě vyhledávání umožňuje seznam přejít volbou libovolného balíčku na jeho detail.



Obrázek 2.1.1 Úvodní formulář Správce obsahu.

V uživatelském rozhraní správce obsahu je vždy dostupné hlavní menu ve formě lišty na horním kraji stránky (obr. 2.1.2). Součástí tohoto menu jsou možnosti otevření seznamu balíčku, které jsou ve Správci obsahu evidovány. Dále má uživatel na výběr možnosti tvorby nového multimediálního balíčku podle specifického typu dat. Je zde také menu nápovědy, skrze které se uživatel dostane k informacím o tvorbě a přidání 3D scén a o tvorbě skriptů, kterými lze rozšířit možnosti balíčků. V administračním menu jsou k dispozici informace o aktuálním nastavení Správce obsahu, zejména o nastavení cest a parametrů konverzních nástrojů, které ke své plné funkci aplikace vyžaduje.

Vytvoření nového balíčku je vždy podmíněno nejprve volbou multimediálního typu, který balíček reprezentuje. Po této volbě aplikace přesune uživatele na první formulář tvorby balíčku. Celkem se proces tvorby skládá z několika oddělených kroků, některé jsou pro všechny multimediální typy společné a tak jsou jejich formuláře identické. Jiné kroky (zejména nastavení parametrů zobrazení daného multimediálního typu) jsou rozdílné pro každý balíček.

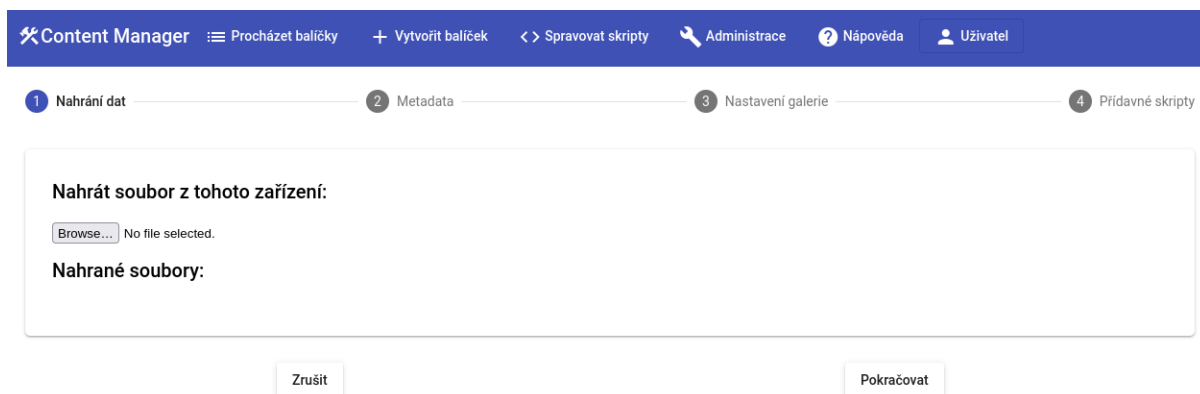


Obrázek 2.1.2 Hlavní menu Správce obsahu.

V následující sekci jsou popsány nejprve kroky společné pro všechny (resp. většinu) typů balíčků, následně jsou popsány specifické kroky pro jednotlivé multimediální typy.

2.1.1 Import dat

Prvním krokem přidání libovolného typu balíčku je nahrání dat (viz obr. 2.1.3), které jsou součástí balíčku a která budou zobrazována. V současné verzi je možné nahrávat pouze soubory ze zařízení uživatele. Správce obsahu je ale navržen tak, aby bylo možné jej rozšířit o možnost nahrávání dat i z jiných zdrojů, např. externí databáze, síťového disku, apod.



The screenshot shows the 'Content Manager' interface. At the top is a blue navigation bar with links: 'Procházet balíčky', 'Vytvořit balíček', 'Spravovat skripty', 'Administrace', 'Nápověda', and 'Uživatel'. Below this is a progress bar with four steps: 1. Nahrání dat (active), 2. Metadata, 3. Nastavení galerie, and 4. Přidání skriptů. The main content area is titled 'Nahrát soubor z tohoto zařízení:' and contains a 'Browse...' button with the text 'No file selected.' Below this is a section 'Nahrané soubory:' which is currently empty. At the bottom of the form are two buttons: 'Zrušit' and 'Pokračovat'.

Obrázek 2.1.3 Formulář pro import dat do Správce obsahu.

Nahrání souboru začíná ihned po jeho zvolení, každý nahraný soubor je následně vidět v seznamu a je možné nahrané soubory opět mazat.

POZOR: Jakmile je balíček dokončený, už nelze upravovat data, která obsahuje. Je tudíž nutné nahrát všechna data, která mají být balíčkem použita, rovnou v prvním kroku.

2.1.2 Nastavení metadat

Druhým krokem tvorby balíčku je nastavení metadat (obr. 2.1.4). Metadata lze zadat ručně do dostupných polí, případně další informace, které mohou sloužit například pro vyhledávání balíčku, je možné přidat ve spodní části **Další metadata**. Jméno balíčku je jediným povinným údajem, pro účely pozdějšího vyhledávání je však lepší vyplnit údaje více.

V tomto kroku je také možné nahrát do systému metadata, která byla exportována z jiného evidenčního či katalogového systému. V současnosti Správce obsahu podporuje nahrání metadat ve formátu MODS (tedy soubor s typem XML) a nahrání informací exportovaných ze systému Museion (soubor typu XLSX).

2.1.3 Nastavení jednotlivých typů balíčku

Další kroky tvorby balíčku se výrazně liší v závislosti na zvoleném typu.

2.1.4 3D scéna

Balíček typu 3D scéna je celý tvořen mimo rozhraní Správce obsahu. Jelikož takový balíček může obsahovat prakticky libovolná data a funkcionalitu, není možné provést automatickou konverzi. Je tedy potřeba mít při nahrávání do správce obsahu již balíček hotový a nahrávat jej zabalený ve formátu ZIP.

Příprava obsahu, aby mohl být zobrazován na podporovaných zařízeních a aby mohl využívat dostupné senzory a funkce, je popsána v sekci Dokumentace SDK 3D scény.

Obrázek 2.1.4 Formulář pro pořízení metadat do Správce obsahu.

2.1.5 Obrazová galerie

Galerie obrázků je jedním z multimediálních typů, jejichž zobrazení lze při vytváření ve Správci obsahu nastavit (2.1.5). Po nastavení a uložení metadat v předchozím kroku je uživateli zobrazena nabídka různých nastavení balíčku. Vedle nastavení je zobrazen náhled, který je ovlivněn aktuálními hodnotami a který uživateli pomáhá hodnoty nastavit tak, aby byly obrázky zobrazeny podle jeho představ. Kromě parametrů galerie je možné také změnit pořadí obrázků rozbalením položky **Řazení a individuální nastavení obrázků**. Změna pořadí je taktéž okamžitě zobrazena v náhledu.

Uživatel může přejít na záložku ovládání, kde může nastavit, jaká gesta budou pro ovládání galerie použita. Je zde také možnost přiřazení událostí ze senzorů, které jsou zobrazovacímu zařízení dostupné, na předem definované akce zobrazení galerie (např. spuštění/zastavení automatického posouvání obrázků).

2.1.6 3D objekt

Přidání balíčku typu 3D objekt funguje podobně jako obrazová galerie. Po nastavení metadat je uživateli zobrazen formulář s možnostmi nastavení zobrazení objektu. Je zde možnost zvolit parametry pohledu (úhel, vzdálenost, aj.) a další možnosti, jako je např. barva pozadí, na kterém je objekt zobrazen.

V záložce ovládání je opět možnost přiřazení definovaných akcí specifickým událostem z připojených senzorů. Je také možné nastavit samotné ovládání natáčení objektu.

Obrázek 2.1.5 Formulář pro konfiguraci galerie obrázků.

2.1.7 Video

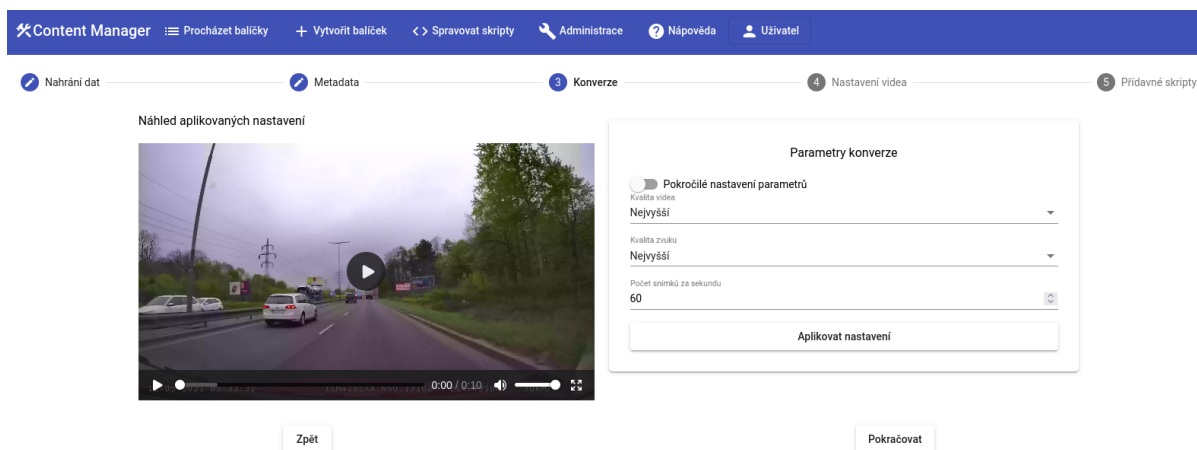
Aby bylo možné úspěšně nahrát a zobrazit libovolné video, je nejprve nutné jej převést do správného datového formátu. K tomu slouží krok konverze, který následuje po kroku nastavení metadat. Uživatel má k dispozici několik kvalitativních parametrů převodu (obr. 2.1.6), pomocí nichž může upravit výsledné zobrazované video. Tyto parametry jsou k dispozici zejména pro případy, kdy by zdrojové video bylo nadměrně vysoké kvality (vysoké rozlišení nebo velký počet snímků za sekundu) a mohlo by být při přehrávání na prezentačním zařízení příliš náročné na jeho výkon. Po každé úpravě parametrů může uživatel nechat parametry aplikovat. V levé části formuláře je k dispozici několikasekundový náhled výsledného videa na základě aktuálních hodnot parametrů. Video je aktualizováno s každou další aplikací parametrů.

Pro pokročilé uživatele je k dispozici možnost vlastního nastavení převodního programu (pro převod videa je používán program `ffmpeg`). Toto nastavení je dostupné pod přepínačem **Pokročilá nastavení parametrů**.

Po dokončení nastavení převodu videa uživatel podobně jako u obrazové galerie nastavuje zobrazení videa (pozadí, možnosti pokrytí videa, aj.). Zároveň má opět možnost přesunout se na záložku ovládání a nastavit reakce videa na vstupy ze zabudovaných senzorů zobrazovacího zařízení.

2.1.8 Export

Po dokončení tvorby je uživateli zobrazena karta hotového balíčku (obr. 2.1.7). Zde jsou mimo jiné ke kontrole nastavená metadata. Z tohoto formuláře má uživatel možnost balíček exportovat tlačítkem **Export**, nebo jej rovnou nahrát na podporované zobrazovací zařízení tlačítkem **Nahrát na zařízení**. Pro nahrání hotového balíčku na zobrazovací zařízení je nejprve nutné mít podporované zařízení nastavené a připojené do stejné počítačové sítě, na které běží aplikace Správce obsahu.



Obrázek 2.1.6 Formulář pro konverzi videa.

2.1.9 Prezentační balíček a jeho struktura

Každý prezentační balíček je složen z několika částí. Obsahuje data, která budou zobrazována způsobem, který je specifický pro daný multimediální typ. Dále jsou v něm obsaženy parametry tohoto zobrazení a definované reakce na události a data, které generují senzory k zařízení připojené. Celý balíček je typicky obsažen v jednom ZIP archivu. Při předávání balíčku zobrazovacímu zařízení jsou metadata balíčku (např. parametry zobrazení) zaslána samostatně spolu s informací o umístění archivu, odkud si jej zařízení stáhne.

Struktura archivu balíčku je následující:


- package.json
 - Metadata o balíčku (viz část ??)
- dataroot
 - {png,gltf,webm,...}
 - {scriptname}/
 - .cs
 - .mp3
 - ...
- scripts
 - {scriptname}.json

2.2 Konfigurace

Jádro Správce obsahu je konfigurovatelné pomocí souboru `appsettings.json` ve složce `backend` pod kořenovou složkou projektu. Jde o typický konfigurační soubor formátu JSON, jehož struktura je následující:

- **Logging** - nastavení logování aplikace
 - *LogLevel* - logovací úrovně (výběr je Information, Warning, Error, Debug)
 - Default - obecné nastavení úrovně

Content Manager
Procházet balíčky
+ Vytvořit balíček
< > Spravovat skripty
Administrace
? Nápověda
Uživatel



Nový balíček

Bez popisu

Další metadata:

Název	Hodnota
author	Nikdo
expo	Testovací expozice

Nahrát na zařízení
Exportovat

Obrázek 2.1.7 Formulář pro export prezentačního balíčku.

- [Namespace] - individuální nastavení jmenných prostorů

- **Files** - nastavení možností pro nahrávání souborů do Správce obsahu
 - *SizeLimit* - maximální velikost nahraného souboru v bytech
 - *PermittedExtensions* - přijímané přípony souborů. POZN.: Z bezpečnostních důvodů je kontrolována nejen přípona, ale také signatura souboru. Podporované signatury jsou pevně dané a definované v souboru `Utilities/FileHelpers.cs`. Aktuálně jsou podporované tyto typy: “.gif”, “.png”, “.jpeg”, “.jpg”, “.zip”, “.webm”
- **UnfinishedPackages** - nastavení pro balíčky, které jsou v průběhu tvorby a nejsou finalizované
 - *BaseWorkDir* - cesta ke složce, kam budou ukládána data rozpracovaných balíčků (pro každý balíček bude vytvořena vlastní podsložka)
- **Packages** - nastavení pro kompletní balíčky
 - *BaseStorageDir* - cesta ke složce, kam budou ukládána data kompletních balíčků
- **Database** - nastavení databáze aplikace
 - *Type* - typ databáze, který aplikace použije (výběr je sqlite, postgresql)
 - *ConnectionString* - řetězec připojení k databázi, na které bude aplikace operovat. Konkrétní formát se odvíjí od výše nastaveného typu.

Webové rozhraní Správce obsahu je nutné konfigurovat před sestavením a instalací - výsledná konfigurace je pak již napevno zapsaná v aplikaci a nelze ji jednoduše změnit. Konfigurační soubor webového rozhraní je nazván `environment.prod.ts` a je umístěn ve složce `frontend/src/environments` pod kořenovým adresářem projektu. Jde o jednoduchý kódový soubor v jazyce *TypeScript*, který definuje nastavení rozhraní.

Jediné nastavení, které je v tomto souboru třeba uvést, je umístění kořenového adresáře Správce obsahu - `apiRoot` - musí obsahovat plně definovanou adresu, na které běží jádro Správce obsahu (např. při lokálním testování je nastaveno na `https://localhost:5001/`). Tato adresa musí být dostupná ze všech sítí, odkud se budou uživatelé připojovat.

2.3 Instalace

Instalaci se skládá z dvou částí - sestavení softwaru a nasazení softwaru. Obojí je nutné provést jak pro jádro tak pro webové rozhraní. Sestavení lze provést na jiném zařízení, než na kterém bude samotný software operovat (např. lze kompilovat na pracovním PC a následně nahrát aplikaci na spravovaný server).

2.3.1 Jádro

Zdrojový kód jádra Správce obsahu je umístěn ve složce **backend**. Pro jeho sestavení je zapotřebí instalace softwarového balíčku *.NET verze 5.0*. Informace k instalaci najdete zde <https://dotnet.microsoft.com/en-us/download/dotnet>.

Sestavení jádra Správce obsahu lze provést následujícími kroky (všechny cesty jsou uvedené relativně ke kořenovému adresáři zdrojového repozitáře):

- Přesuňte se do složky **backend/**
- [Volitelně] Upravte nastavení v souboru **appsettings.json** (viz. sekce konfigurace 2.3)
- Spustíte příkaz **dotnet publish -c Release**
- Vytvoří se složka **backend/bin**, do které bude uložena sestavená aplikace
- Přesuňte se do složky **backend/bin/Release/net5.0/publish**
- Tato složka obsahuje sestavenou aplikaci, která je již schopna běžet samostatně bez instalace balíčku *.NET*. Lze ji tedy přesunout na libovolné místo na server, kde poběží.

Na systému, kde bude provozováno jádro aplikace, musí být nainstalován následující software používaný jádrem pro formátové konverze:

- *ImageMagick* (utilita *convert*)
- *ffmpeg*

Po úspěšném sestavení jádra a jeho umístění na server je potřeba nastavit libovolného správce procesů, aby spravoval běh jádra. K tomuto účelu je v repozitáři součástí dokumentace ukázkový soubor pro správce *SystemD*, který běží pod operačním systémem *Linux*. Tento nástroj nastavuje spuštění aplikace (binární soubor **backend**) a je zde pouze potřeba upravit použité cesty podle toho, kde je jádro skutečně nahrané.

2.3.2 Webové rozhraní

Zdrojový kód webového rozhraní je umístěn ve složce **frontend**. Aby bylo možné jej sestavit, je zapotřebí instalace softwarového balíčku *Node.js* spolu s jeho balíčkovým manažerem *npm* <https://nodejs.org/en/>.

Webové rozhraní lze sestavit pomocí následujících kroků (všechny cesty jsou uvedené relativně ke kořenovému adresáři zdrojového repozitáře):

- Přesuňte se do složky **frontend/**
- Spustíte příkaz **npm run build**
- Vytvoří se složka **frontend/dist/frontend**, ve které je uloženo sestavené webové rozhraní
- Tuto složku (popř. její obsah) přemístěte na server, na kterém má být webové rozhraní dostupné

Přesunutá složka obsahuje celé webové rozhraní Správce obsahu jako statickou webovou stránku. Pro nasazení je třeba použít libovolný software realizující webový server (*nginx*, *apache*, aj.) a upravit jeho nastavení tak, aby byla pod libovolnou cestou tato složka dostupná.

POZOR: Pokud není webové rozhraní nasazeno na kořenovou složku serveru (např. <https://www.mujserver.cz/>), je potřeba přidat následující řádek do souboru **index.html** uvnitř sekce **<head>**, který aplikaci umožní najít všechny své soubory: **<base href="/cesta/k/rozhrani">**.

Technický popis

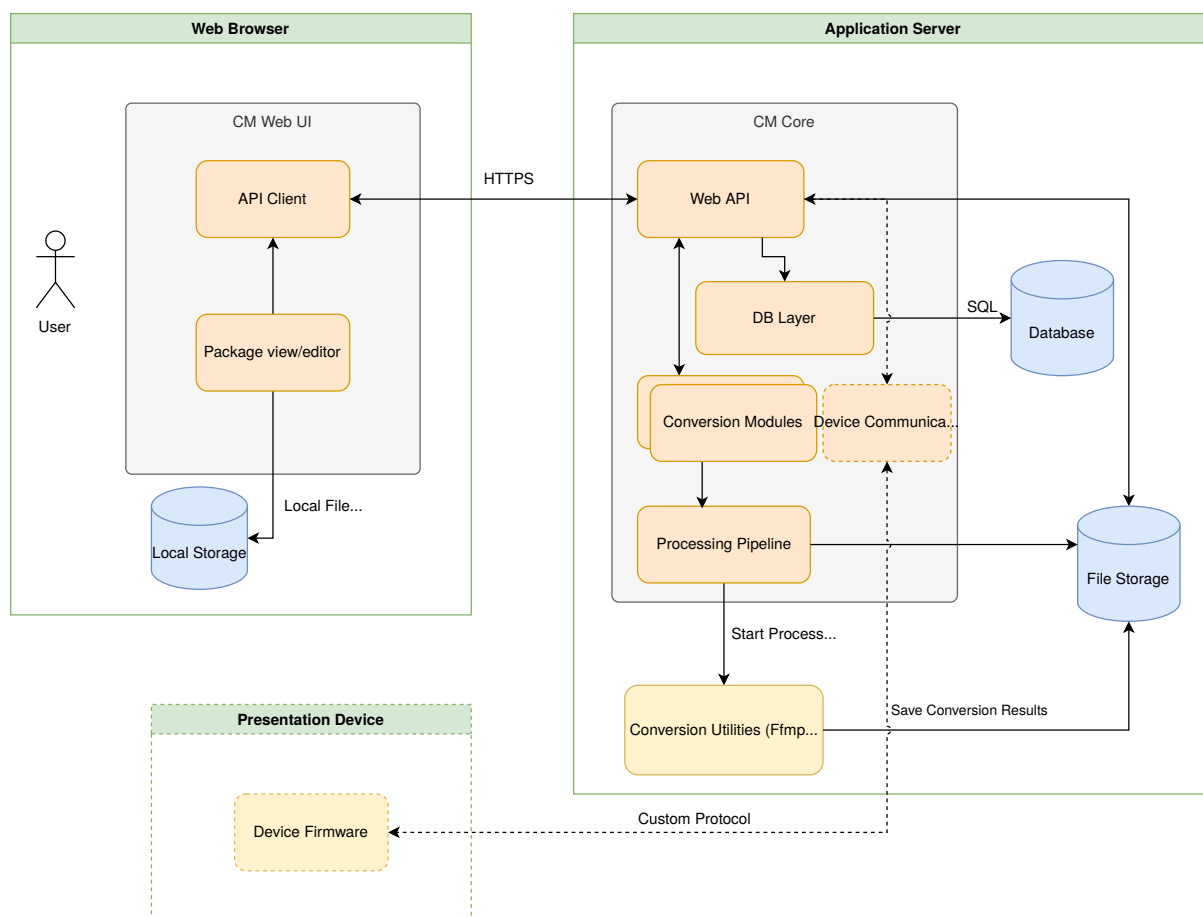
3.1 Architektura aplikace

Aplikace se skládá z dvou hlavních částí - jádro a webové rozhraní. Pro implementaci každé části je využito jiné prostředí. Obě části spolu komunikují pomocí HTTP API jádra.

Jádro ukládá svá data na dvě místa. Informace o multimediálních balíčcích, ať již rozpracovaných, nebo již dokončených, jsou ukládány do databáze, ke které je jádro napojeno. Zde jsou ukládány i metadata a další provozní informace systému. Samotná data balíčků jsou uložena na pevném úložišti (lokálním, popř. síťovém, podle konfigurace jádra). Jedná se o videa, modely, balíčky 3D scén a obrázky, popř. další pomocné soubory.

Jádro také provádí formátové konverze za účelem sjednocení formátu zobrazovaných dat. Konverze jsou realizované pomocí externích nástrojů, které musí být v systému s instalací jádra dostupné. Aktuálně se jedná o nástroje *ImageMagick* a *ffmpeg*.

Část aplikace, se kterou interaguje uživatel, využívá pro tuto komunikaci webové rozhraní. Jde o část aplikace, která využívá HTTP API jádra k získání dat a informací o balíčcích, nahrávání nových dat a úpravě rozpracovaných balíčků. Architektura je znázorněna na obrázku 3.1.1.



Obrázek 3.1.1 Architektura aplikace Správce obsahu.

3.2 Vnitřní komunikace

Aplikace komunikuje jednak mezi jádrem a webovým rozhraním, a jednak mezi jádrem a nástroji pro konverzi formátů.

Webové rozhraní používá pro komunikaci s jádrem HTTP API jádra. Komunikace probíhá formou dotaz-odpověď, a to ve všech případech. Data jsou předávána v textové podobě, ve formátu JSON. Jednotlivé JSON zprávy mají strukturu v závislosti na účelu komunikace, například sada jednotlivých záznamů metadat jako JSON pole objektu se dvěma vlastnostmi (klíč a hodnota záznamu). Když je potřeba přenést binární, resp. objemná data, jsou typicky posílána pomocí multipart dotazu/odpovědi, které jsou určeny právě pro přenos souborů (např. při nahrávání dat, nebo při stažení exportovaného balíčku).

Jádro kromě webového rozhraní komunikuje také s konverzními programy, které používá. Tato komunikace probíhá formou parametrů spuštění ze strany jádra a výslednými soubory, popřípadě standardním výstupem ze strany konverzních programů. Plán spuštění těchto programů je v jádru realizován pipelineovým zpracováním, které umožňuje v daných bodech proces pozastavit a nechat si konverzním programem vygenerovat ukázkový výstupní soubor (u videa např. kratší výstup o stejných parametrech). Ukázkou lze pak skrze webové rozhraní předložit uživateli pro kontrolu a změnu parametrů.

3.3 Implementační prostředí

Jádro aplikace je implementováno v jazyce *C#*, v prostředí *.NET 5.0*. Jde o aktuálně stabilní a používanou verzi prostředí. Pro realizaci HTTP API jádra je použito prostředí *ASP.NET Core* verze 13. Pro komunikaci s databází jsou použity příslušné mechanismy *ASP.NET Core* a data jsou mapována na objekty jazyka *C#* prostřednictvím knihovny *Entity Framework Core* verze 5.

Webové rozhraní je implementováno v jazyce *TypeScript*, v prostředí *Angular* verze 13. Rozhraní je rozděleno na sadu komponent, které obsahují rozložení stránky v jazyce HTML a jejich stylování v jazyce CSS.

Pro jednoduchost použití HTTP API jádra je použitý nástroj *NSwag*, který je určen pro generování klientského kódu určeného ke komunikaci s webovými rozhraními.

3.4 Zdrojové soubory

Zdrojové soubory aplikace jsou k dispozici v archivu na adrese:

<https://github.com/iimcz/cmtoolbox>