

# Správce expozice (Exposition Management)

Software pro centrální ovládání expozice

Dokumentace

ID: ASW-13210-2022-01

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**

## Obsah

<b>1</b>	<b>Obecný popis</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Uživatelský popis</b>	<b>5</b>
2.1	Uživatelská příručka	5
2.1.1	Správa inventáře	5
2.1.2	Seznam expozic	6
2.1.3	Vytvoření expozice	6
2.1.4	Definice vzájemné komunikace prezentačních balíčků	6
2.1.5	Souhrn vytvoření a nahrání nové expozice	8
2.2	Konfigurace	9
2.3	Instalace	10
2.3.1	Jádro	10
2.3.2	Webové rozhraní	10
<b>3</b>	<b>Technický popis</b>	<b>11</b>
3.1	Architektura aplikace	11
3.2	Vnitřní komunikace	11
3.3	Implementační prostředí	12
3.4	Zdrojové soubory	13

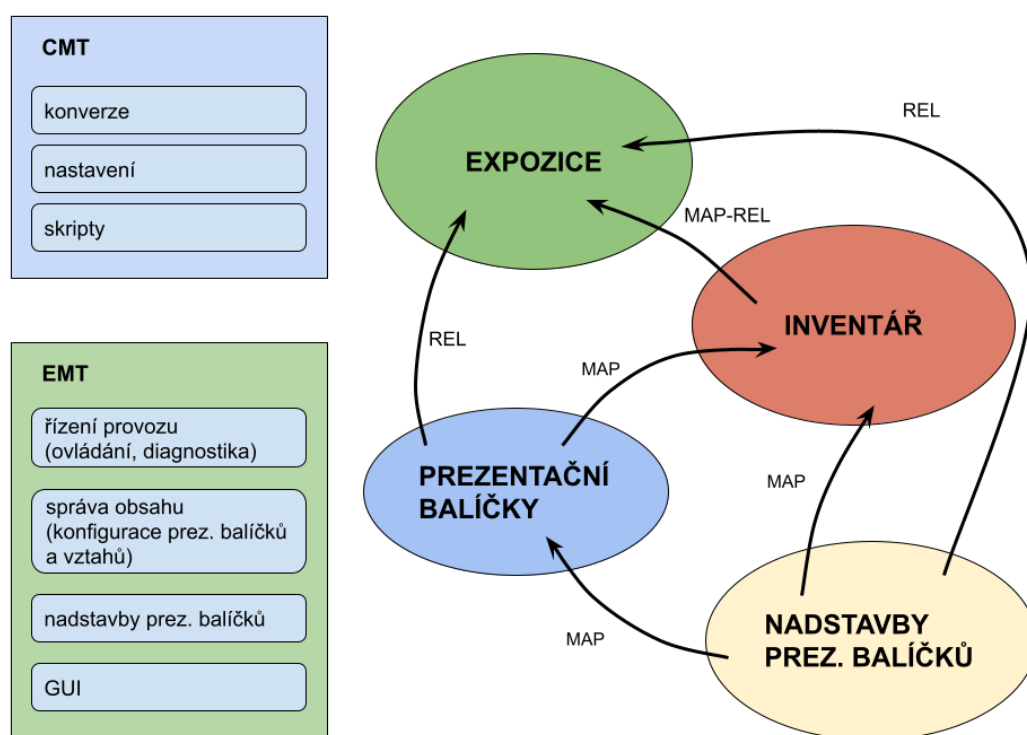
# 1 Obecný popis

Software pro centrální ovládání expozice (Správce expozice, dále také EMT) je nástroj pro interaktivní tvorbu definice expozice pomocí dostupných prezentačních zařízení a multi-mediálních dat. Tento nástroj umožňuje spravovat jednotlivé zdroje (zařízení a obsah) a definovat mezi nimi vztahy, které umožní komunikaci mezi prezentacemi a návštěvníkem a mezi jednotlivými zařízeními navzájem.

Pojem expozice v tomto dokumentu označuje oblast osazenou vystavenými pasivními objekty a aktivními vizualizačními prvky prezentujícími informace vázané k určitému tématu. Expozice může být uzavřena v jedné nebo i více místnostech. Jedna expozice je ovládána z jednoho místa pomocí Správce expozice, který umožňuje:

- vytvořit expozici jako projekt,
- vkládat do něj jednotlivá zařízení,
- přiřazovat jim prezentační balíčky,
- definovat vzájemné vztahy prezentačních balíčků,
- nahrávat prezentační balíčky na vzdálená zařízení,
- spouštět prezentace na vzdálených zařízeních,
- kontrolovat stav vzdálených zařízení.

EMT zároveň slouží jako komunikační rozhraní pro ovládání aktivních prezentačních zařízení jako je PGE vizualizér (**PGEV**) nebo Interaktivní projekční stěna (**IPS**).



**Obrázek 1** Struktura nástrojů Správce expozice (EMT), Správce obsahu (CMT) a vztahy jednotlivých komponent při tvorbě expozice. Vztahy jednotlivých komponent vyjadřují spojení prvků komponent (REL) a odkazování/příslušnost (MAP).

Struktura Správce expozice je detailně popsána v pozdější sekci Architektura aplikace (sekce ??) Aplikaci tvoří 4 základní komponenty:

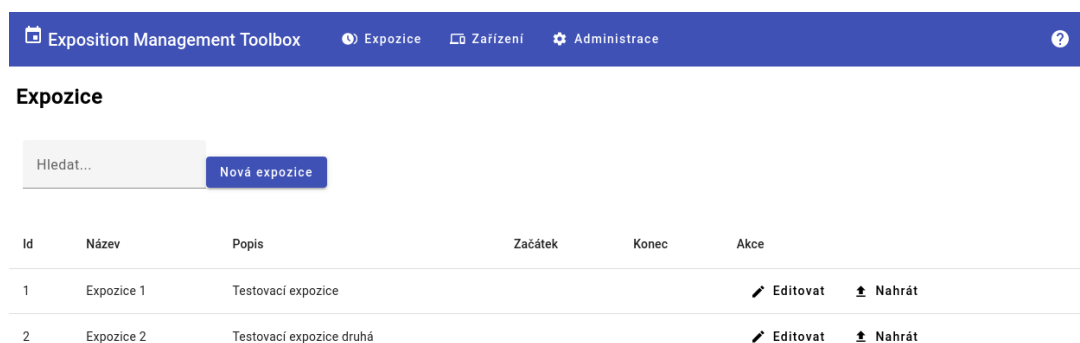
- **Exposition** (Expozice) - komponenta reprezentující projekt ke kterému se vážou všechna další nastavení pro konkrétní expozici.
- **Inventory** (Inventář) - komponenta reprezentující databázi zařízení, která jsou k dispozici a které je možné vložit do expozice.
- **Presentation Package Repository** (PPR - Prezentační balíčky) - komponenta reprezentující sklad připravených prezentačních balíčků vytvořených v programu CMT (Správce obsahu).
- **PPR Extension** (Nadstavby prez. balíčků) - komponenta reprezentující nadstavbové parametry prezentačních balíčků vytvořené na základě jejich vzájemných vztahů požadovaných autorem expozice (synchronizace prezentací apod.).

Proces práce se Správcem expozice začíná vytvořením prázdné expozice a vložením vybraných zařízení z inventáře do expozice. Dále je pro každé zařízení vybrán prezentační balíček a přiřazen některému ze zařízení registrovaných v expozici. Každý prezentační balíček má již specifikované běhové parametry nastavené v době jeho vytváření **Správcem obsahu**. Zde lze navíc nastavit další parametry, které jsou známy až po vytvoření expozice a výběru zařízení, na kterém bude balíček spuštěn. Tuto část reprezentuje poslední komponenta Nadstavby prezentačních balíčků, která reprezentuje seznam dodatečných nastavení a vzájemných vztahů prezentací v expozici.

## 2 Uživatelský popis

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

### 2.1 Uživatelská příručka



Obrázek 2 Úvodní formulář Správce expozice

Po otevření rozhraní Správce expozice se uživatel dostane do seznamu expozic (obr. 2). Jde o formulář, ve kterém má uživatel přehled o všech již existujících expozičních projektech a může v nich vyhledávat pomocí vyhledávacího pole. V seznamu jsou pak zobrazeny pouze ty záznamy, ve kterých se buď vyhledávaný text vyskytuje v názvu nebo popisu, nebo je zmíněn mezi hodnotami dodatečných metadat (dalších informací o expozici, jako je např. autor), které lze v editoru expozice nastavit.



Obrázek 3 Hlavní menu Správce expozice

V uživatelském rozhraní Správce expozice je vždy dostupné hlavní menu ve formě lišty na horním kraji stránky (obr. 3). Menu obsahuje možnost otevření, resp. návratu na seznam expozic, možnost přejít na správu připojených zařízení, dále je zde administrační menu a menu nápovědy. V administračním menu jsou k dispozici informace o aktuálním nastavení Správce expozice.

Následující sekce popisuje sekci správy inventáře, resp. připojených zařízení, o kterých Správce expozice ví, a následně přípravu projektu expozice včetně následného nahrání na zobrazovací zařízení.

#### 2.1.1 Správa inventáře

Položka **Zařízení** v hlavním menu vede do formuláře správy inventáře (obr. 4). Zde má uživatel k dispozici seznam zařízení, který obsahuje jednak již známá zařízení, která má Správce expozice uložená, a jednak nově připojená zařízení, které je teprve třeba zkontrolovat a potvrdit.

O každém zařízení jsou zobrazeny základní informace: stav připojení, název zařízení, další označení každého zařízení formou značek a možné úkony, které lze se zařízením provést. Stav připojení je reprezentován barevným symbolem s následujícími významy:

Exposition Management Toolbox			
<span>Expozice</span> <span>Zařízení</span> <span>Administrace</span>			
Zařízení			
Stav	Název	Značky	Akce
●	pgebox		<span>Zapomenout</span> <span>Detaily</span>
●	ipw2		<span>Zapomenout</span> <span>Detaily</span>

Obrázek 4 Formulář správy inventáře

- šedá - známé zařízení, které aktuálně není ke Správci expozice připojené,
- zelená - známé a aktuálně připojené zařízení,
- modrá - neznámé zařízení, které se ke Správci expozice nově připojilo a které je třeba přijmout a tím přidat do inventáře.

Ve sloupci akce je možné zařízení **Přijmout**, v tom případě Správce expozice přijme připojení a zapamatuje si zařízení jako součást svého inventáře. Dále je možné zařízení **Zapomenout**, opak první akce, zařízení je z inventáře smazáno a při dalším připojení je nutné jej znovu přijmout, a akce **Detail** ke zobrazení podrobnějších informací o příslušném zařízení.

### 2.1.2 Seznam expozic

Položka **Expozice** v hlavním menu přesune uživatele do formuláře seznamu vytvořených expozičních projektů. Tento formulář je také úvodní obrazovkou, kterou uživatel vidí po spuštění webového rozhraní. V seznamu je možné vyhledávat napsáním vyhledávaného textu do textového pole **Hledat...** - hledání probíhá v následujících vlastnostech expozice: název, popis, další metadata (např. autor, kurátor, atd.).

U každé expozice existuje možnost expozici editovat (editaci je možné spustit také jednoduše kliknutím kdekoli v řádku expozice) a expozici nahrát na příslušná zobrazovací zařízení tlačítkem **Nahrát**. Vedle textového pole pro vyhledávání je možnost tvorby nové expozice.

### 2.1.3 Vytvoření expozice

Při vytváření nové expozice je nutné specifikovat název a popis expozice (obr. 5). Je také možné nastavit datum začátku a datum konce expozice. Jde o nepovinné údaje, které pomáhají při vyhledávání správné expozice. Po vytvoření nového expozičního projektu je uživatel automaticky přesunut do editoru expozice, kde je možné do expozice přidat zařízení a nastavit jejich obsah.

### 2.1.4 Definice vzájemné komunikace prezentačních balíčků

Po vytvoření nového projektu expozice je uživatel přesunut do editoru expozice (obr. 6). V levé části editoru je možné změnit původně nastavené základní informace o expozici, zároveň je zde možnost přidat další metadata o expozici formou typ (např. autor) a hodnota (např. jméno autora). V levé části je také možné aktuální nastavení expozice uložit, včetně přidanych zařízení, přiřazených balíčků a dalších nastavení. Poslední možností je expozici nahrát a spustit tlačítkem **Nahrát Expozici**. Správce expozice po stisku tohoto

### Vytvořit expozici

Vytvořit
Zrušit

Obrázek 5 Dialog vytvoření nové expozice



Obrázek 6 Editor expozice s vizuálními bloky zobrazovacích zařízení

tlačítka nahraje příslušné balíčky na všechna připojená zařízení (pokud expozice obsahuje zařízení, které aktuálně připojené není, nebude na něj balíček nahrán).

Hlavní částí editoru expozice je střední a pravá sekce. Střední sekce editoru obsahuje vizuální blokovou reprezentaci každého přidaného zařízení a přidaných synchronizovaných skupin zařízení. Každý blok má na levé straně vstupní zásuvky a na pravé straně výstupní zásuvky. Vstupní zásuvky reprezentují efekty, které mohou být na zařízení, resp. balíčku, spuštěny (např. u video balíčku může být spuštěn efekt **play** pro spuštění videa). Výstupní zásuvky reprezentují události a hodnoty, které jsou na zařízení k dispozici. Jde jednak o data z instalovaných senzorů (např. detekovaná gesta ruky, přítomnost uživatele, nebo intenzitu světla v místnosti), dále může jít o události vyvolané za běhu prezentačního balíčku, jako například přechod uživatele na specifický bod v 3D scéně. Zásuvky jsou barevně označeny podle typu dat, které poskytují, nebo přijímají, následovně:

- zelená - uskutečněná událost bez hodnoty,
- tmavě zelená - číselná hodnota (např. vzdálenost uživatele),

- modrá - dvoustavová hodnota (např. kdy je uživatel přítomen/nepřítomen).

Tažením levého tlačítka myši z výstupní zásuvky do vstupní zásuvky stejné barvy je lze propojit a tím určit, která událost nebo hodnota ovládá daný efekt v balíčku. Propojit lze i jedno zařízení samo se sebou a tím rozšířit ovládání balíčku pouze lokálně.

V pravé části editoru je nejprve seznam známých zařízení. Odtud je možné zvolením přidat zařízení do expozice, čímž se vytvoří bloková reprezentace zařízení a uživatel může zařízení zvolit balíček a propojovat zásuvky. Zvolením možnosti **Synchronizovaná skupina** se přidávání zařízení přepne do módu tvorby skupiny. Místo volby jednoho zařízení pak musí uživatel zvolit alespoň dvě zařízení, která budou skupinu tvořit, a následně tlačítkem **Přidat synchronizovanou skupinu** přidat blokovou reprezentaci skupiny a tím i celou skupinu do expozice. Synchronizovaná skupina umožňuje například vytvořit souvislou prezentaci z více zařízení IPS, z pohledu návštěvníka se pak skupina zařízení chová jako jedno větší zařízení, se kterým může interagovat. U synchronizované skupiny je možné využít senzorů všech členů skupiny (obr. 7).



**Obrázek 7** Editor expozice s přidanou synchronizovanou skupinou zařízení

Pod možnostmi přidání zařízení je v editoru nastavení balíčku, který bude na zařízení nebo skupinu zařízení nahrán. Tlačítkem **Zvolit balíček** je možné otevřít seznam dostupných balíčku, který Správce expozice získává z nastavené adresy Správce obsahu.

Po zvolení balíčku lze v této části editoru upravit nadstavbu balíčku, která bude použita při nahrávání balíčku na zvolené zařízení. Jsou zde dvě sekce: ovládání a nastavení. V sekci ovládání je možné přidat další efekty, resp. vstupní zásuvky, a akce, resp. výstupní zásuvky. Ty je pak možné použít v zapojení bloků. Jde typicky o akce a efekty, které nejsou dostupné v definici zařízení nebo balíčku. Je také možné zrušit nastavení ovládání uložené v balíčku a použít pouze ovládání definované v expozici zaškrtnutím “Přepsat nastavení vstupů balíčku.” V sekci nastavení je možné upravit základní vlastnosti balíčku (např. barvu pozadí u videa) po zaškrtnutí **Změnit nastavení balíčku**. Původní nastavení pak nebudou brána při spuštění balíčku v potaz.

### 2.1.5 Souhrn vytvoření a nahrání nové expozice

Tato zjednodušená sekce předpokládá, že je uživatel na úvodní obrazovce webového rozhraní, tedy na seznamu expozic. Postup pro vytvoření nové expozice až po její nahrání na koncová zobrazovací zařízení je následující:

- Zvolit **Nová expozice** k vytvoření nového projektu.



- Vyplnit a potvrdit základní údaje expozice.
  - Pro lepší přehled je možné vyplnit i volitelné položky (datum začátku a konce expozice).
- Uživatel je po potvrzení přesunut do editoru expozice.
- V pravé části editoru vybrat jednotlivá zařízení, která se mají expozice účastnit.
- Pokud je to pro expozici požadováno, vytvořit synchronizační skupiny z více zařízení ve stejné části editoru.
- Zvolit postupně každý nově přidaný vizuální blok reprezentující zúčastněná zařízení.
  - V pravé části editoru vybrat pro zařízení prezentační balíček.
  - Podle potřeby přidat z pravé části editoru nové vstupní a výstupní zásuvky.
  - Volitelně změnit nastavení zvoleného balíčku.
- Ve středové části editoru rozmístit vizuální bloky zařízení a propojit jejich vstupy a výstupy podle požadované interakce.
- V levé části editoru uložit expozici a následně nižším tlačítkem nahrát hotovou expozici na zobrazovací zařízení.
- Výsledná uložená expozice zůstává k dispozici k pozdějšímu nahrání nebo další editaci v seznamu expozic.

## 2.2 Konfigurace

Jádro Správce expozice 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
    - [Namespace] - individuální nastavení jmenných prostorů
- **CMToolbox** - nastavení pro přístup k aplikačnímu rozhraní Správce obsahu.
  - *BaseUrl* - adresa, na které běží jádro Správce obsahu, kterého se Správce expozice dotazuje na dostupné balíčky a informace o nich.
  - *DownloadUrlFormat* - základ adresy, kterou Správce expozice předává připojeným zařízením jako adresu balíčku ke stažení. Musí být dostupná ze sítě, na které jsou připojená zobrazovací zařízení.
- **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 expozice je nutné konfigurovat před sestavením a instalací - výsledná konfigurace je pak již napevno zapsaná v aplikaci a nelze jednoduše změnit.

Konfigurační soubor webového rozhraní je nazván **environment.prod.ts** a je umístěn ve složce **frontend/src/environments** pod kořeno vým adresářem projektu. Jde o jednoduchý kódový soubor v jazyce *TypeScript*, který definuje nastavení rozhraní.

Jediné nastavení, které je v tomto souboru třeba uvést, je **apiRoot** - musí obsahovat plně definovanou adresu, na které běží jádro Správce expozice (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 expozice je umístěn ve složce backend. Pro jeho sestavení je zapotřebí instalace softwarového balíčku *.NET verze 6.0*. Informace k instalaci najdete [zde](#).

Sestavení jádra Správce expozice 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 výše)
- Spusťte příkaz **dotnet publish -c Release**
- Vytvoří se složka **backend/bin**, do které bude uložena sestavená aplikace
- Přesuňte se do složky **backend/bin/Release/net6.0/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.

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. Nastavuje spuštění aplikace (binární soubor **backend**), je zde jen 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/**
- Spusťte 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

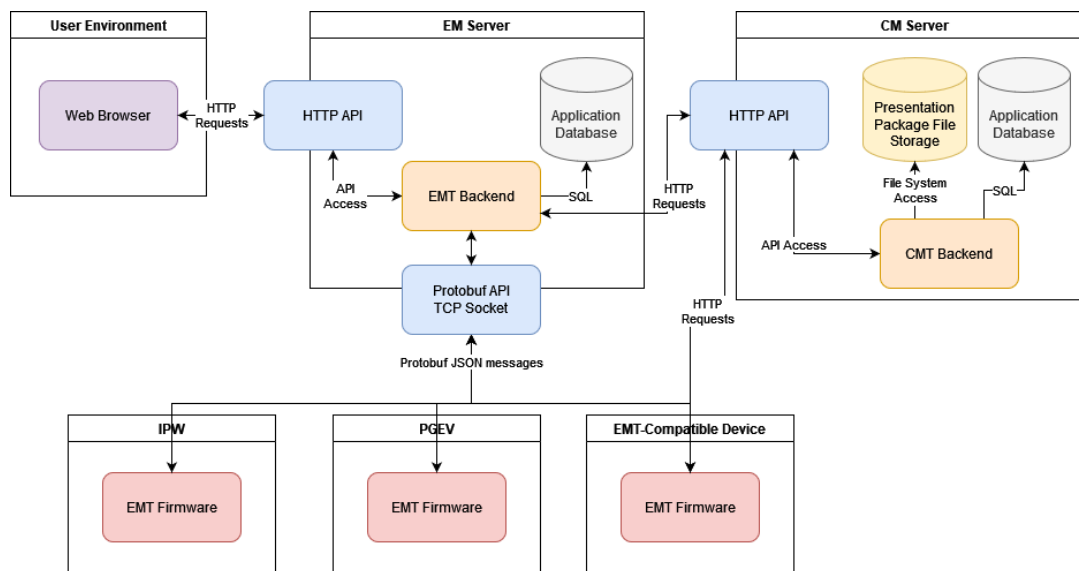
Přesunutá složka obsahuje celé webové rozhraní Správce expozice jako statickou webovou stránku. Pro nasazení je třeba použít libovolný software realizující webový server (*nginx*, *apache*, aj.) a upravit jeho nastavení tak, aby byla pod libovolnou cestou tato složka dostupná.

**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">**.

## 3 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. Architektura je znázorněna na obrázku 8.



Obrázek 8 Architektura Správce expozice

Jádro ukládá svá data, tedy informace o známých zařízeních, vytvořených projektech expozic/výstav a nadstavby balíčků, do relační databáze, ke které je jádro připojeno. K informacím o balíčcích, se kterými pak uživatel pracuje, jádro přistupuje prostřednictvím Správce obsahu pomocí jeho HTTP API. Samotný Správce expozice vlastní úložiště balíčků nemá. Získané informace o balíčcích Správce expozice neukládá, pro účel přiřazení nadstavby balíčku k samotnému balíčku je ukládána jeho identifikace.

Jádro také komunikuje s vizualizačními zařízeními, které se k němu připojují a implementují jeho komunikační protokol (např. zařízení **IPW** a **PEGV**, na kterých běží oficiální firmware). Uživatelé umožňuje skrz webové rozhraní ověřit identitu těchto zařízení a zařadit je do aktuálního inventáře. Součástí komunikace jsou i příkazy k načtení specifických balíčků, smazání starých dat z lokálního úložiště zařízení a další příkazy správy zařízení.

Část aplikace, se kterou interaguje uživatel, se nazývá webové rozhraní. Jde o webovou aplikaci, která využívá HTTP API jádra k tomu, aby uživateli umožnila spávkovat inventář připojených zařízení a vytvářet a upravovat expozice formou projektů. Expozice obsahují jednotlivé nadstavby balíčků, součástí kterých je definice vzájemných vztahů mezi zařízeními, jejich senzory a efekty, které jsou v balíčcích vyvolávány. Tyto vztahy jsou ve webovém rozhraní vytvářeny pomocí blokového vizuálního skriptování.

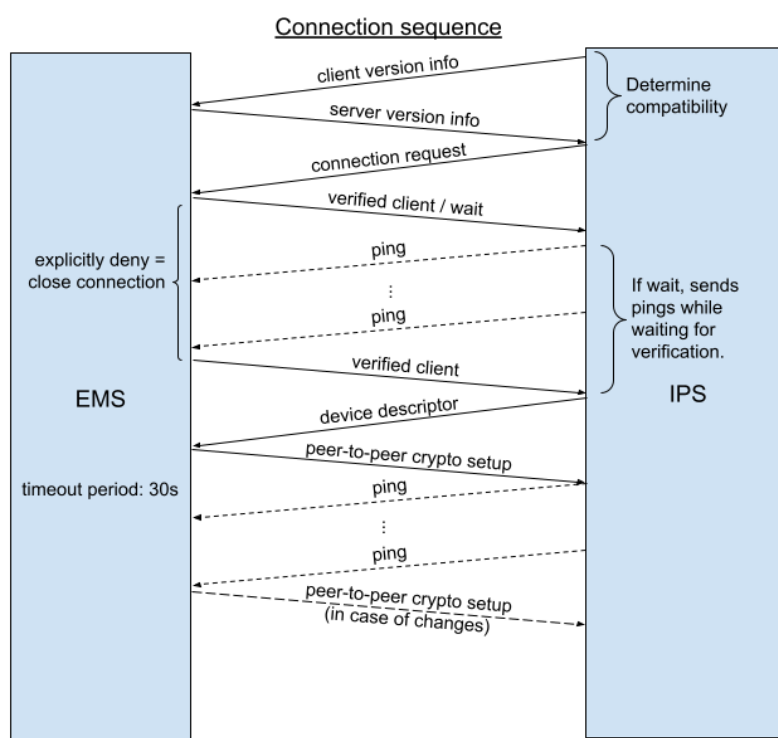
### 3.2 Vnitřní komunikace

Aplikace komunikuje jednak mezi jádrem a webovým rozhraním, a jednak mezi jádrem a koncovými zobrazovacími zařízeními.

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 expozice jako JSON pole objektu se dvěma vlastnostmi (klíč a hodnota záznamu). Jelikož aplikace nepracuje se samostatnými daty balíčků, nepřenášejí se žádná binární data, pouze odkazy na Správce obsahu.

Jádro kromě webového rozhraní komunikuje také s koncovými zobrazovacími zařízeními, které ovládá a spravuje na nich nahraný obsah. Tato komunikace probíhá prostřednictvím protokolu, který je definován v [samostatném repozitáři](#) a je podporován firmwarem zařízení IPW a PGEV. Protokol je definovaný pomocí frameworku [Protobuf firmy Google](#), výsledné definice komunikačních zpráv jsou nezávislé na použitém programovacím jazyce a lze pro řadu jazyků kód definic snadno generovat pomocí oficiálních Protobuf kompilátorů. Samotný přenos zpráv pak probíhá prostřednictvím TCP připojení započatého zobrazovacím zařízením (průběh připojení viz. obrázek 9). Zprávy jsou kódovány do textové podoby do formátu JSON.



Obrázek 9 Protokol připojení zobrazovacího zařízení ke Správci expozice

### 3.3 Implementační prostředí

Jádro aplikace je implementováno v jazyce *C#*, v prostředí *.NET 6.0*. Jde o aktuálně stabilní a používanou verzi prostředí. Pro realizaci HTTP API jádra je použito prostředí *ASP.NET Core* verze 6. 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 6.

Webové rozhraní je implementováno v jazyce *TypeScript*, v prostředí *Angular* verze 15. 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 generaci klientského kódu pro používání webových rozhraní. Stejný nástroj je použitý pro generaci kódu pro komunikaci se Správcem obsahu na straně jádra.

### 3.4 Zdrojové soubory

Zdrojové soubory aplikace jsou k dispozici v archivu na adrese:  
<https://github.com/iimcz/emtoolbox>