

Koncept digital twin jako participativní nástroj

Výzkumná zpráva se zabývá digitální službou s odborným obsahem Digital Twin (RUR). Zpráva shrnuje teoretická východiska konceptu Digital Twin, představuje vlastní navržený koncept Digital Twin (RUR), nastiňuje postup dokumentace a digitalizace stavu území a 3D modelaci první zájmové lokality – kampus UJEP.

ÚVOD

Transformující se Ústecký kraj prochází významnými socioekonomickými i environmentálními změnami. Tyto změny – související s útlumem těžby, revitalizací území či klimatickou adaptací sídel – jsou však pro veřejnost často obtížně uchopitelné. Mnohdy se tak i smysluplné záměry setkávají s negativní reakcí veřejnosti, která pramení především z nedostatečné informovanosti či nedostatku možnosti aktivně se k návrhům vyjádřit. Přitom představení navrhovaných záměrů prostřednictvím kvalitní vizualizace výrazně zvyšuje schopnost občanů porozumět návrhům a účinně se k nim vyjadřovat, čímž posiluje kvalitu veřejné diskuse a legitimitu rozhodování. Z tohoto důvodu je nezbytné využívat nástroje, které dokáží dobře komunikovat zamýšlené změny. Jedním z perspektivních nástrojů pro srozumitelnou a efektivní komunikaci je koncept Digital Twin.

KONCEPT DIGITAL TWIN

I přesto, že se koncept Digital Twin v odborné literatuře objevuje již dvě dekády, neexistují ustálené standardy ani jednotná definice tohoto konceptu (Caprari a kol. 2022). Liší se především v závislosti na oboru a účelu, pro který byl vytvořen. Proto Adade a de Vries (2023) naznačují, že koncept Digital Twin je spíše konceptem vhodným pro konkrétní účel než univerzálně uplatnitelný. Obecně lze koncept definovat jako digitální kopii či virtuální reprezentaci objektů, procesů, služeb nebo systémů reálného světa (Dihad Shezad, Md. a kol. 2024). Zpravidla se využívá k provádění simulací, analýz a predikcí, které podporují kvalitnější rozhodovací a řídicí procesy. Nejednotná definice Digital Twin se však promítá i do nejasností ohledně typů dat, která jsou využívána a integrována. Nejčastěji je datová základna spojována s 3D objekty, senzorovými real-time daty, IoT, BIM, LIDAR či GIS (Boccardo, La Riccia a Yadav 2024). Přestože koncept Digital Twin disponuje vysokým potenciálem pro zlepšení širokého spektra procesů a činností, v praxi se obvykle uplatňuje jen jeho dílčí část. Důvodem jsou například složitosti spojené s benchmarkem softwaru, sdílením dat, finančními omezeními, synchronizací a interoperabilitou dat (Dihad Shezad, Md. a kol. 2024).

PLATFORMA DIGITAL TWIN (RUR)

Na základě rešeršní činnosti již realizovaných Digital Twin v oblastech územního plánování, architektury, urbanismu apod. byly identifikovány různé funkcionality a způsoby využití. Naprostá většina nalezených příkladů však byla vytvářena pro potřeby konkrétního sídla či lokality (např. Helsinky či Klagenfurt) nebo pro specifické funkcionality (např. modelování dopadu sluneční energie). Tyto platformy Digital Twin poskytují zajímavé analyticko-vizualizační nástroje, avšak jsou značně závislé na dostupnosti a charakteru dat či měřících přístrojů. Díky tomu se značně snižuje použitelnost těchto platforem napříč zeměmi (např. dostupnost a podrobnost dat) či sídly (např. odborné kapacity, ekonomická nákladnost a udržitelnost). Zároveň v ne všech případech byla významně zaznamenána funkcionality související se zapojením veřejnosti (participace).

Základní myšlenkou platformy Digital Twin (RUR) však byla obecná dostupnost, využitelnost a zapojení veřejnosti. Cílem bylo vytvořit plánovací nástroj pro kvalitní vizuální komunikaci navrhovaných změn v území ze strany územních samospráv směrem k veřejnosti. Platforma Digital Twin (RUR) je tak digitální služba s odborným obsahem ve webovém prostředí a kombinuje 3D modely a participativní nástroje pro zapojení veřejnosti. V rámci platformy se zároveň počítá s implementací dalších funkcionalit.

A) ADMINISTRÁTOR A UŽIVATEL

Platforma je koncipována do dvou rozhraní – administrátorského (územní samospráva) a uživatelského (veřejnost). Administrátorské rozhraní (backend) je určeno pro tvůrce obsahu. V tomto rozhraní je možné zakládat a upravovat projekty, nahrávat 3D modely a stahovat data (výsledky participace). V uživatelském rozhraní (frontend) je možné prohlížet projekt skrze 3D scénu ve webovém prohlížeči a aktivně se zapojit do projektu prostřednictvím dotazníkového šetření.

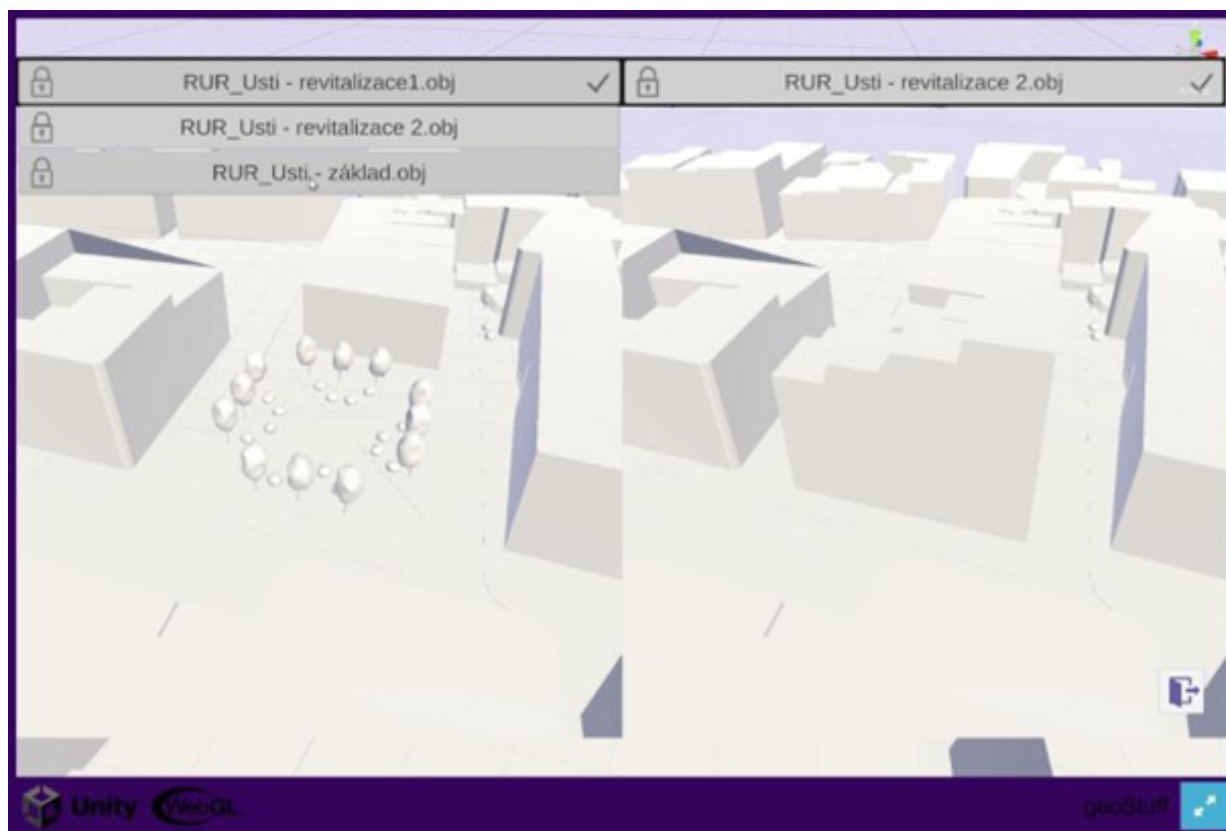
B) 3D MODEL

Základním stavebním kamenem je 3D model lokality. Tvorba 3D modelu je realizována mimo prostředí platformy a je tedy plně v kompetenci administrátora. Pozice platformy je tak především ve vizualizační rovině. V rámci platformy je možné importovat jeden nebo více 3D modelů lokality, např. více variant architektonické či urbanistické studie stejné lokality. Tyto 3D modely jsou při importu prostřednictvím podkladové mapy georeferencovány, čímž je zajištěna jejich přesná prostorová lokalizace. Díky tomu je možné vizuální porovnání těchto variant mezi sebou. Zároveň lze do 3D modelu lokality importovat i dílčí 3D modely, například městský mobiliář.

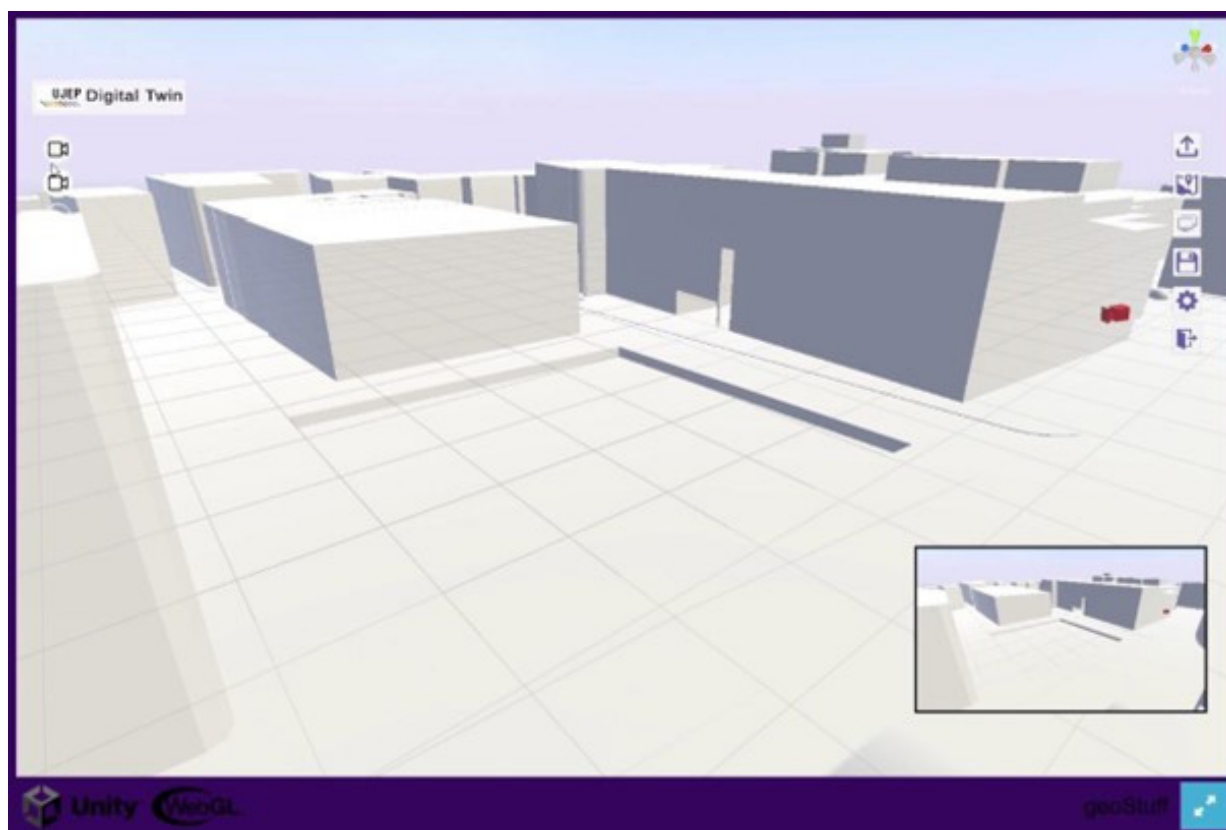
C) PARTICIPATIVNÍ FUNKCIONALITA

Klíčovou funkcionalitou platformy je možnost participace uživatelů. V případě záměru administrátora získat zpětnou vazbu je možné využít participativní funkcionalitu prostřednictvím dotazníkového šetření. Prostřednictvím několika typů otázek může administrátor vytvořit dotazník, který je propojen s dříve importovaným 3D modelem lokality. Funkcionality umožňuje i nastavení konkrétních pohledů kamer, fixovaných k dílčím částem lokality (Obr. 2). Díky tomu je možné k jednotlivým otázkám dotazníku přiřadit požadovaný pohled na 3D model lokality. Administrátor tak může využívat participativní funkcionalitu pro celý 3D model lokality, pro dílčí části nebo jejich kombinace. Získaná zpětná vazba je zatím ukládána do formátu csv, který je možné stáhnout a analyzovat.

Obr. 1: Ukázka možnosti vizuálního porovnání dvou variant stejné lokality v 3D scéně (konceptuální rozhraní, bez UI)



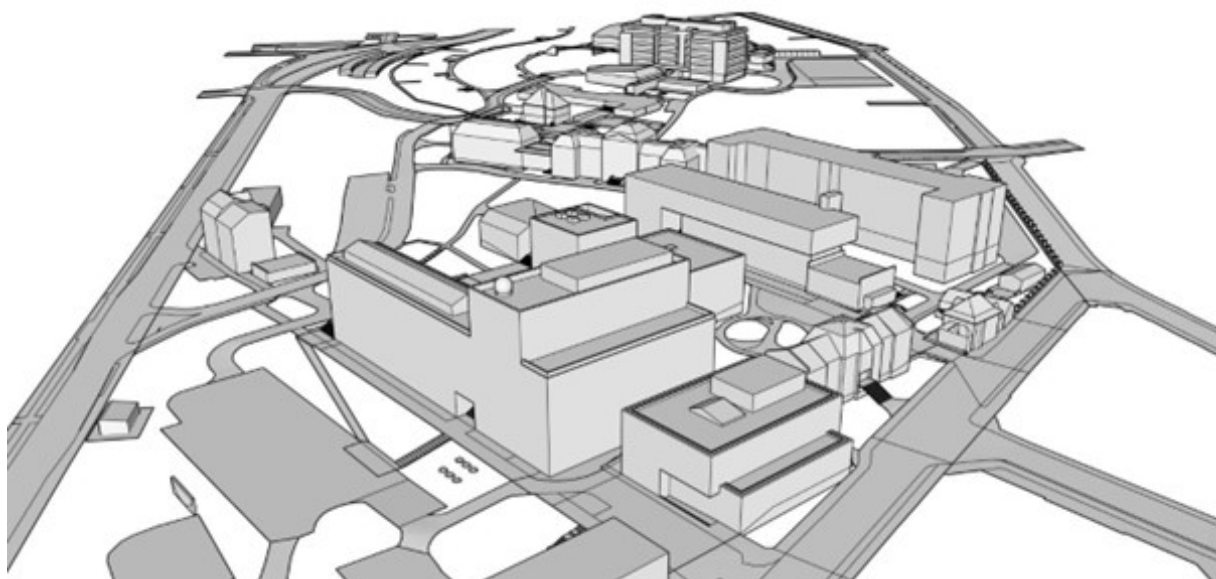
Obr. 2: Ukázka možnosti nastavení fixovaných pohledů kamer (konceptuální rozhraní, bez UI)



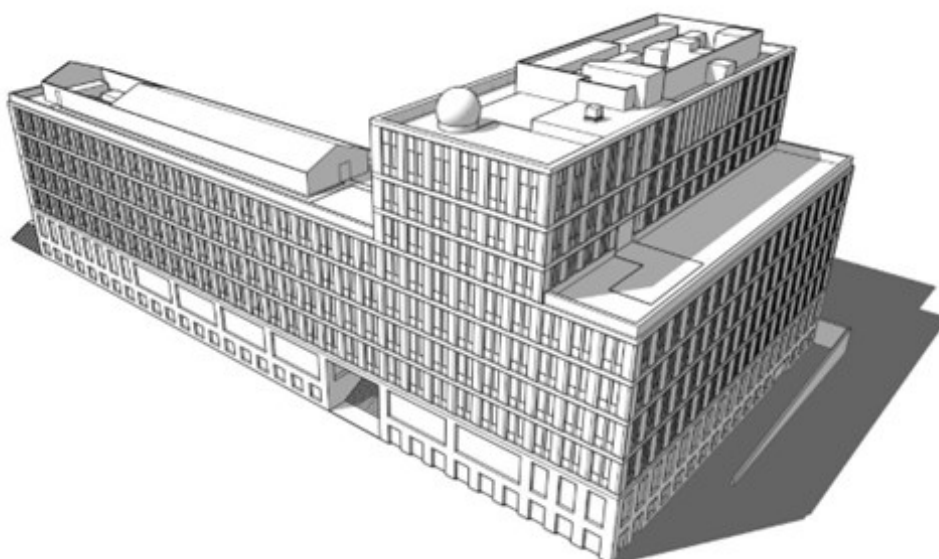
LOKALITA KAMPUS UJEP

Jako první z realizovaných lokalit v rámci platformy Digital Twin (RUR) byl vybrán kampus UJEP. V první fázi proběhla dokumentace a digitalizace stavu území. Jako datové zdroje byly využity podkladové mapy, stavební dokumentace, datové vrstvy, obrazový materiál a 3D skeny. Kombinací těchto datových zdrojů bylo možné zjistit potřebné informace ohledně polohopisu, výškopisu a konkrétních rozměrů jednotlivých budov. V druhé fázi byla realizována 3D modelace lokality. Kromě území kampusu UJEP bylo v menším detailu modelováno i jeho blízké okolí, a to především pro lepší orientaci a atraktivitu 3D modelu (Obr. 3). Úroveň detailu budov v kampusu UJEP byla stanovena na úrovni LOD3 (Obr. 4). Tvorba 3D modelu byla realizována prostřednictvím CAD programu (budovy, mobiliář apod.) a GIS (výškopis a polohopis). Ve finální fázi 3D modelování (prosinec 2025) bude celý 3D model lokality texturován a doplněn o vegetační pokryv. Stejný metodický rámec bude použit i u dvou zbývajících lokalit.

Obr. 3: Ukázka územního rozsahu lokality kampus UJEP (stav listopad 2025)



Obr. 4: Ukázka úrovně detailu (LOD3) netexturované budovy CPTO (stav listopad 2025)



ZÁVĚREČNÉ SHRUTÍ

CZ

Koncept Digital Twin (RUR) představuje vhodný nástroj pro vizualizaci záměrů a zapojení veřejnosti. Zároveň přispívá k efektivnějšímu rozhodování o rozvojových záměrech, k transparentnosti plánovacích procesů a k posílení digitální gramotnosti, což jsou jedny z klíčových aspektů transformace Ústeckého kraje. Další směřování zahrnuje 3D tvorbu dvou zbývajících lokalit, implementaci nových funkcionalit a pilotní ověření plné funkčnosti platformy.

FINAL SUMMARY

EN

The Digital Twin (RUR) concept constitutes an effective tool for visualizing development proposals and fostering public engagement. Simultaneously, it contributes to more efficient decision-making regarding development plans, enhances the transparency of planning processes, and strengthens digital literacy—pivotal aspects of the transformation of the Ústí Region. Future directions include the 3D modeling of the two remaining sites, the implementation of new functionalities, and a pilot verification of the platform's full functionality.

ZDROJE

DIHAD SHEZAD, Md. A KOL. (2024) *Digital twin: Data exploration, architecture, implementation and future*. Heliyon, 10(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26503>

CAPRARI, G., CASTELLI, G., MONTUORI, M., CAMARDELLI, M., MALVEZZI, R. (2022) *Digital Twin for Urban Planning in the Green Deal Era: A State of the Art and Future Perspectives*. Sustainability, 14, 22. <https://doi.org/10.3390/su14106263>

BOCCARDO, P., LA RICCIA, L., YADAV, Y. (2024) *Urban Echoes: Exploring the Dynamic Realities of Cities through Digital Twins*. Land, 13, 5. <https://doi.org/10.3390/land13050635>

ADADE, D., DE WRIES, W. T. (2023) *Digital Twin for Active Stakeholder Participation in Land-Use Planning*. Land, 12, 3. <https://doi.org/10.3390/land12030538>



Spolufinancováno
Evropskou unií

Ministerstvo životního prostředí



AUTOŘI

Petr Meyer*, Pavel Beránek, Josef Bér a Anna Trejdlová

*korespondenční autor petr.meyer@ujep.cz

VYDAVATEL

Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem www.ujep.cz

Titulní ilustrace: generováno pomocí AI (ChatGPT, OpenAI).

Výzkumná zpráva/metodika/koncepce byla vytvořena v rámci projektu
RUR – Region univerzitě, univerzita regionu, reg . č. CZ.10.02.01/00/22_002/0000210.