

## 3D KATASTR V ČESKU – UTOPIE, ČI REÁLNÁ BUDOUCNOST?

Karel JANEČKA

Oddělení geomatiky, fakulta aplikovaných věd, ZČU v Plzni, Univerzitní 22, 306 14, Plzeň, Česká republika  
*kjanecka@kma.zcu.cz*

### Abstrakt

Příspěvek se věnuje tématu možného rozšíření katastru nemovitostí o třetí prostorovou dimenzi. Tato představa se v našich zeměpisných šířkách v současné době jeví jako značně nereálná, především z toho důvodu, že je potřeba dořešit digitalizaci katastru ve 2D. Minimálně z vědeckého pohledu však nelze opomíjet rozsáhlou aktivitu Mezinárodní federace zeměměřičů (FIG), kde se skupiny 3 a 7 v rámci společného úsilí problematice 3D katastru intenzivně věnují. Do mezinárodního průzkumu o 3D katastru, za kterým stojí právě skupiny 3 a 7 FIG, se od roku 2010 zapojilo více než 40 zemí, z toho více jak 20 evropských. V příspěvku jsou ilustrovány příklady reálných situací, kdy evidence skutečného stavu ve 3D může výrazně přispět k jednoznačné registraci souvisejících práv, např. v případě podzemních garáží či složitých staveb. Důležitost otázky 3D katastru zvýrazňuje skutečnost, že již existuje (i do českého jazyka přeložená) mezinárodní norma ISO 19152 – Model Domény Správa Pozemku, která představuje základní koncept 3D katastru nemovitostí. V příspěvku jsou diskutovány možnosti, které tato norma pro evidenci prostorových jednotek ve 3D nabízí.

### Abstract

The paper describes a potential extending of cadastral registration into 3D. This idea is currently not acceptable in the Czech Republic, especially due to the fact that the digital cadastral map in 2D has to be finished first. At least from the academic point of view a question of 3D cadastre must be reflected. The commissions 3 and 7 of International Federation of Surveyors (FIG) closely cooperate and do research activities on 3D cadastre. Since 2010 more than 40 countries have joined these common activities in the field of 3D cadastre. The paper illustrates real cases when 3D cadastre could really help to make the evidence of rights more clear (e.g. underground parking places, complex buildings...). The importance of 3D cadastre is highlighted also by the existence of international standard ISO 19152 Land Administration Domain Model. The paper also describes the possibilities for 3D registration of spatial units which this international standard offers.

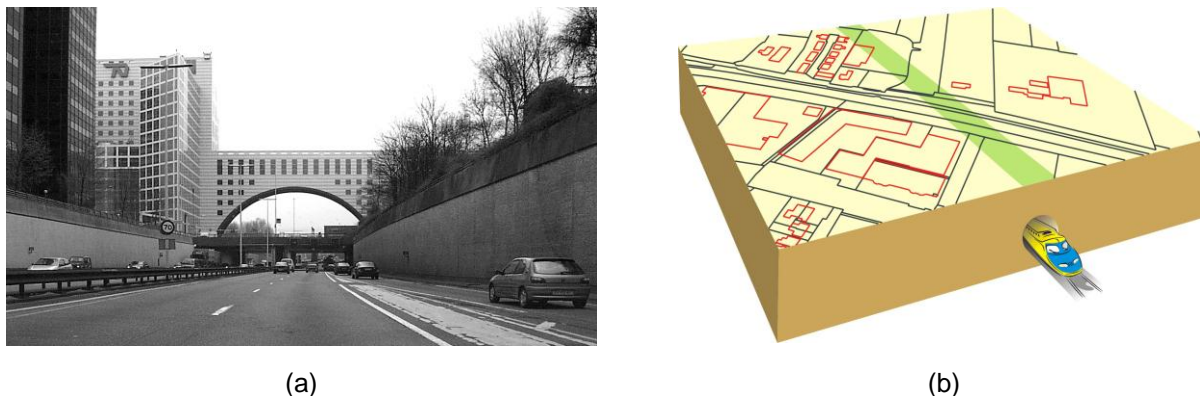
**Klíčová slova:** ISO 19152; LADM; prostorová jednotka; 3D katastr

**Keywords:** ISO 19152; LADM; spatial unit; 3D cadastre

### 1. ÚVOD

Problematika 3D katastru je v mezinárodním kontextu souvisle řešena minimálně od roku 2001, kdy na TU Delft proběhl první mezinárodní workshop na 3D katastr pod záštitou mezinárodní federace zeměměřičů (FIG). Motivací pro uskutečnění workshopu byla skutečnost, že stoupá počet případů, kdy je nutné evidovat právní vztahy k nemovitostem ve 3D. Důvodem je např. neustálá migrace lidí do velkých měst a s tím související požadavky na další výstavbu v již zastavěném prostoru, roste počet výškových budov či se budují rozmanité stavební komplexy. V roce 2010 byly publikovány výsledky dotazníku [1], který společně vytvořily komise 3 (*Spatial Information Management*) a 7 (*Cadastre & Land Management*) mezinárodní federace zeměměřičů FIG. Dotazník byl zaměřen na zmapování situace pozemkové evidence a případného využití evidence ve 3D a výhledu na období do roku 2014. Do dotazníkového šetření se zapojilo více jak 40 států z celého světa. Výsledky dotazníku ukázaly, že stoupají nároky na informace o pozemkové evidenci a příslušných právech a současně bylo poukázáno na fakt, že stávající 2D evidence nejsou schopny komplexní 3D situace efektivně evidovat a tento informační servis poskytovat [2]. Žádná ze zúčastněných zemí v dotazníku neprokázala, že by měla svůj katastr plně funkční ve 3D, byla silně akcentována potřeba

dalšího výzkumu a pilotních řešení. Pro úplnost dodejme, že se Česká republika v roce 2010 dotazníkového šetření nezúčastnila. Důvod je zřejmý – potřeba nejprve alespoň dokončit tvorbu katastrální mapy v digitální podobě, než budeme moci začít rozvíjet úvahy o jejím dalším případném rozšíření. Obrázek 1 ilustruje příklady situací, kdy je obtížné reálnou situaci řádně evidovat ve 2D.



**Obr. 1.** (a) Budova přes silnici. (b) Jak registrovat 3D situace ve 2D pozemkové evidenci? [3]

V roce 2014 proběhlo v gesci FIG druhé kolo dotazníkového šetření k 3D katastru [4]. Počet zúčastněných zemí vzrostl, což značí širší povědomí o problematice, a také o její důležitosti. Dotazník k 3D katastru byl vyplněný i za Českou republiku [5]. Výsledky druhého šetření ukazují, že v oblasti vývoje 3D katastru došlo od roku 2010 k výraznému posunu vpřed, a to jak v oblasti legislativy, databázové evidence 3D parcel, tak i například ve vizualizaci 3D katastrálních dat. Je zde rozdíl mezi jednotlivými zeměmi, od velmi malého posunu k pozemkové evidenci ve 3D až po její téměř plnou realizaci.

Článek je organizován následovně: kapitola 2 představuje základní koncept mezinárodní normy ISO 19152 *Land Administration Domain Model (LADM)*. Možnosti evidence prostorových jednotek v souladu s touto normou jsou popsány v kapitole 3. Následují dvě ukázky aplikování ISO 19152 při tvorbě národních profilů, konkrétně v Izraeli a Malajsii, jejich popis obsahuje kapitola 4. Závěrečná kapitola 5 uvádí budoucí trendy vývoje v oblasti 3D katastru.

## 2. ISO 19152 LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL

Význam problematiky 3D katastru nemovitostí se ještě více zvýšil po publikování (v roce 2012) oficiální ISO normy 19152: *Geographical Information: Land Administration Domain Model (LADM)*. V roce 2014 byla tato klíčová norma pro 3D katastr přeložena do českého jazyka jako ČSN EN ISO 19152: Geografická informace - Model Domény Správa Pozemků [6]. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a má stejný status jako oficiální verze. V dalším textu bude použita pro označení této ISO normy zkratka LADM.

LADM se zabývá právním prostorem (*legal space*) fyzického objektu, přičemž právní prostor může být v praxi větší než rozsah samotného fyzického objektu, např. při zahrnutí bezpečnostní zóny. Právní prostor vymezuje oblast relevantní pro správu fyzického objektu. Rozsah právního prostoru je reprezentován minimálním ohraničujícím objektem.

LADM je konceptuální schéma, které je organizováno do třech balíčků (*packages*) a jednoho podbalíčku (*subpackage*), konkrétně pak [6]:

- 1) Balíček *Party*
- 2) Balíček *Administrative*
- 3) Balíček *Spatial Unit*
- 4) Podbalíček *Surveying and Representation* (podbalíček balíčku *Spatial Unit*)

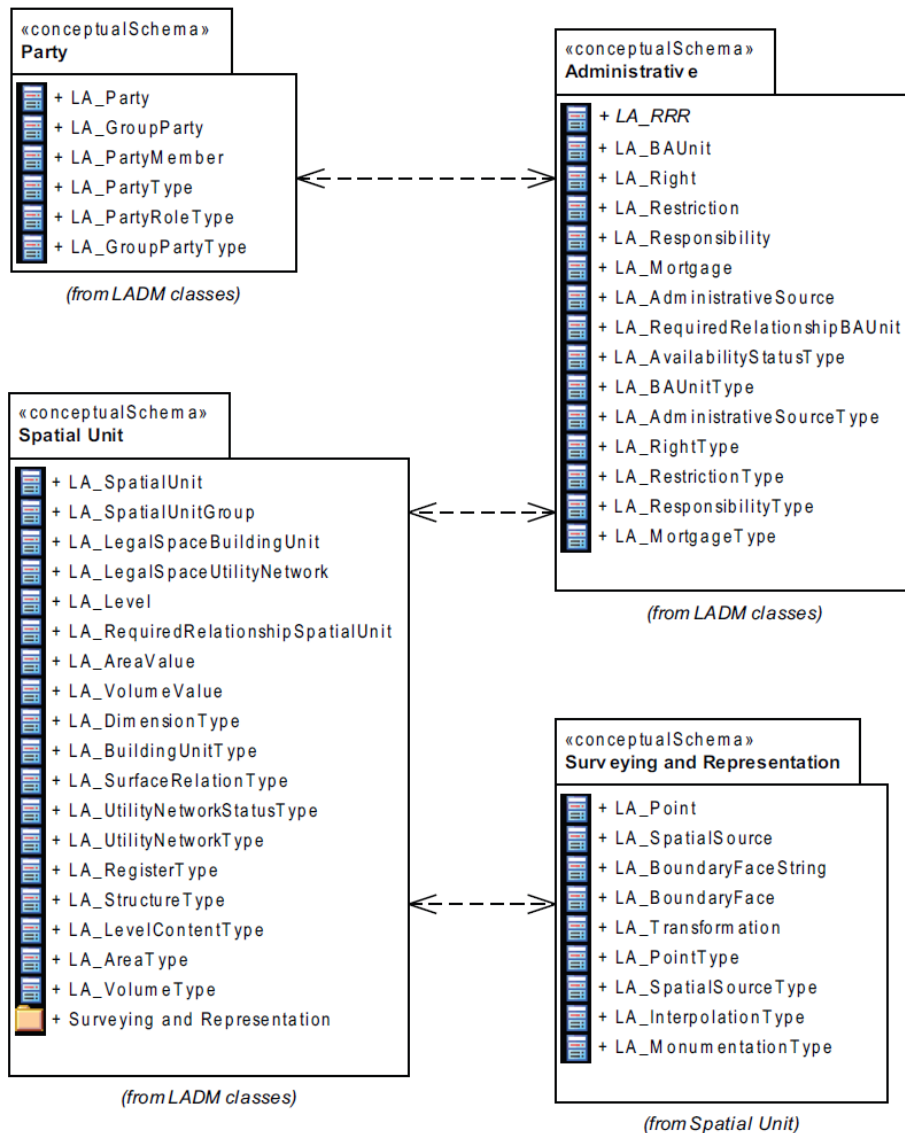
Každý balíček a podbalíček představuje skupinu tříd a má svůj vlastní jmenný prostor. Přehled balíčků a podbalíčku LADM znázorňuje obrázek 2.

## 2.1 Základní třídy LADM

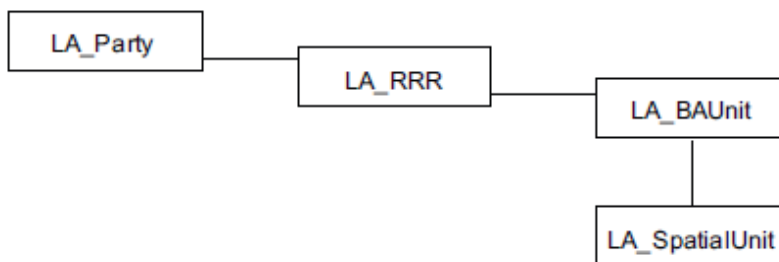
Jádro LADM je založeno na čtyřech základních třídách [6]:

- 1) Třída *LA\_Party*. Instancemi této třídy jsou strany (*parties*). Stranou v kontextu LADM může být např. fyzická či právnická osoba, která hraje roli v transakci práva.
- 2) Třída *LA\_RRR*. Třída *LA\_RRR* je abstraktní třída. Instancemi podtřídy *LA\_RRR* jsou práva (*rights*), omezení (*restrictions*) a odpovědnosti (*responsibilities*). Právem se rozumí oprávnění, činnost nebo třída oprávnění, které může účastník systému realizovat na přidruženém zdroji nebo s jeho použitím (např. vlastnické právo, právo pronájmu, držby, zvykové právo). Omezení je ve smyslu LADM formální nebo neformální povinnost něco určitého nedělat (např. není dovoleno stavět do 200 metrů od čerpací stanice nebo jde o zástavu jako omezení vlastnického práva). Naproti tomu odpovědnost je formální nebo neformální povinnost něco určitého dělat (např. odpovědnost pečovat o geodetické body).
- 3) Třída *LA\_BAUnit*. Instancemi této třídy jsou základní správní jednotky (*basic administrative units*). Základní správní jednotka je správní entita, předmět registrace (podle zákona) nebo soupisu, nesestávající z žádné nebo sestávající z více prostorových jednotek, vůči kterým jsou na celou entitu vztažena jedinečná a homogenní práva (tj. vlastnické právo nebo užívací právo k pozemku, odpovědnosti nebo omezení). Homogennost zde znamená, že právo, omezení či nebo odpovědnost (tj. vlastnictví, užití, společenská držba, nájem nebo břemeno) se týkají celé základní správní jednotky.
- 4) Třída *LA\_SpatialUnit*. Instancemi této třídy jsou prostorové jednotky (*spatial units*). Prostorová jednotka je podle ISO 19152 jednotlivá plocha (anebo více dílčích ploch) pozemku a/nebo vodní plochy nebo jednotlivý objem (nebo více dílčích objemů) prostoru.

Můžeme pak říct, že *LA\_Party* Karel má *LA\_RRR* právo vlastnictví na *LA\_BAUnit* nemovitost sestávající ze dvou *LA\_SpatialUnit* parcel. Vztah základních tříd je uveden na obrázku 3.



**Obr. 2.** Přehled balíčků a podbalíčků LADM (s jejich příslušnými třídami) [6].



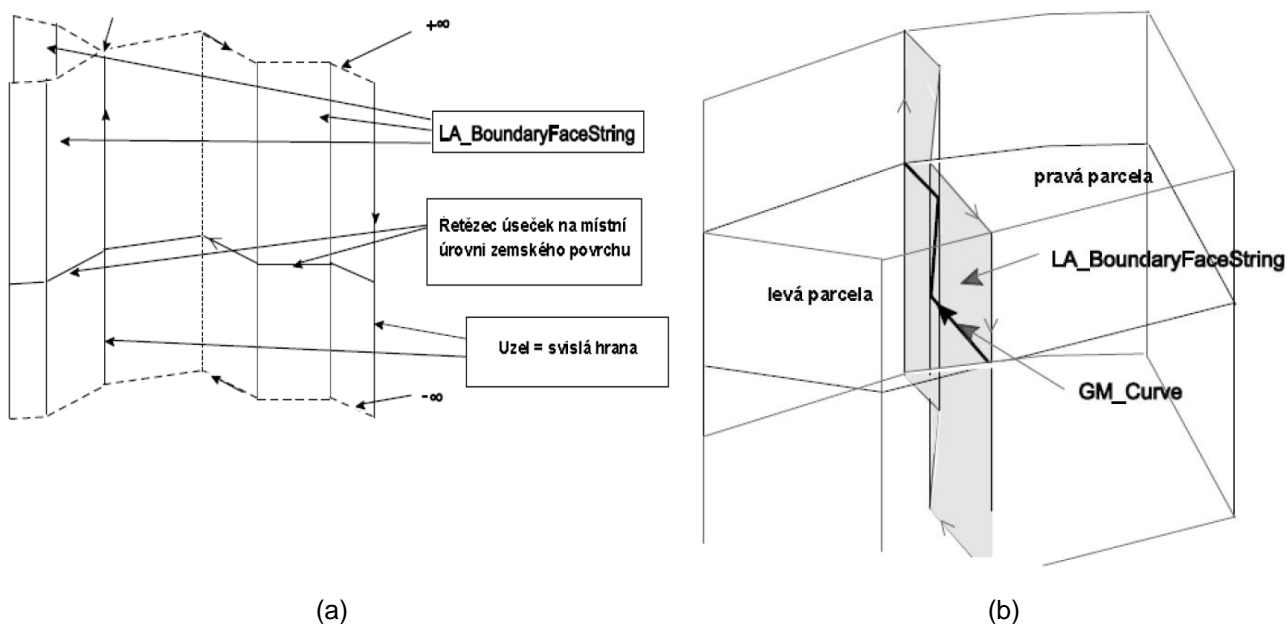
**Obr. 3.** Základní třídy LADM [6].

LADM obsahuje řadu příloh. Bylo by jistě zajímavé a pro další rozvoj ISKN vzhledem k mezinárodnímu vývoji i nezbytné, otestovat shodu datového modelu informačního systému katastru a nemovitostí (ISKN) a LADM. Příloha A normy ISO 19152 obsahuje sestavu abstraktních zkoušek. V této příloze jsou popsány celkem tři úrovně shody testovaného datového modelu a LADM. Datový model ISKN není veřejný, na základě dostupných informací [7] lze soudit, že je zde mezi ISKN a LADM shoda alespoň na úrovni 1 (nejnižší úroveň shodnosti).

3. MOŽNOSTI EVIDENCE PROSTOROVÉ JEDNOTKY PODLE LADM

LADM nabízí několik možností pro reprezentaci prostorové jednotky, které jsou obecně aplikovatelné na řadu situací, např. prostorovou reprezentaci parcel, právních prostorů kolem budov nebo inženýrských sítí a podobně, a to jak ve 2D, 3D či vzájemné kombinaci. Typ reprezentace prostorové jednotky je určený hodnotou atributu *struktura (structure)* ve třídě *LA\_Level* (úroveň). Úroveň se rozumí množina prostorových jednotek s geometrickou, a/nebo topologickou, a/nebo tematickou souvislostí. Třída *LA\_Level* je asociována s třídou *LA\_SpatialUnit*.

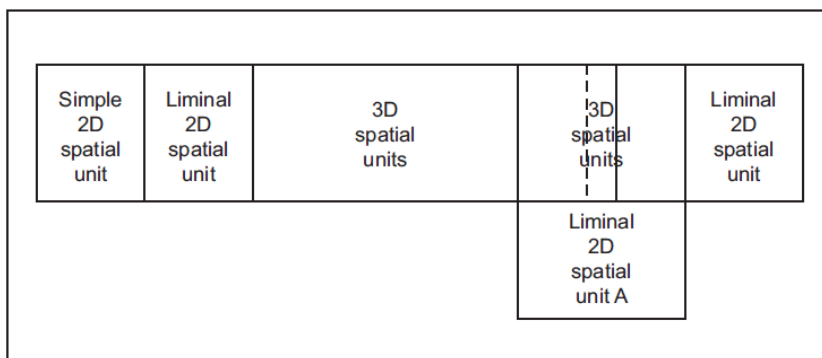
2D a 3D reprezentace prostorových jednotek používají tzv. řetězce hraničních stěn (*boundary face strings*) a hraniční stěny (*boundary faces*), viz obrázek 4.



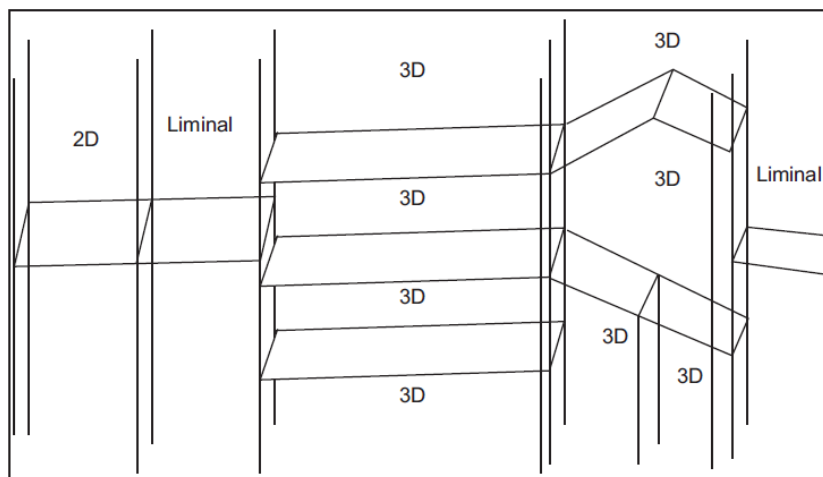
Obr. 4. (a) Grafické znázornění pojmu řetězce hraničních stěn (*boundary face string*). (b) Prostorové jednotky definované řetězci hraničních stěn [6].

Pro uchování 2D reprezentace hranice řetězci hraničních stěn se použije *GM\_MultiCurve* (řetězec úseček). 2D reprezentace může být interpretována i jako 3D objem (hranol bez horní a dolní mezní plochy). Řetězce hraničních stěn tak nepřímou představují řadu svislých virtuálních hraničních stěn. Pro uchování skutečné 3D reprezentace hranice se použijí hraniční stěny (*boundary faces*) užitím *GM\_Surface*. Hraniční stěny mohou mít také nesvislé skutečné 3D hranice [6].

Norma ISO 1952 připouští ještě tzv. prahové (*liminal*) prostorové jednotky. Tyto jednotky představují rozhraní mezi 2D a 3D reprezentacemi. Prahové prostorové jednotky jsou reprezentovány kombinací řetězců hraničních stěn a svislých hraničních stěn. Koncept prahových prostorových jednotek je ilustrován na obrázcích 5 a 6.



Obr. 5. Pohled shora na smíšenou (*mixed*) 2D/3D reprezentaci [6].

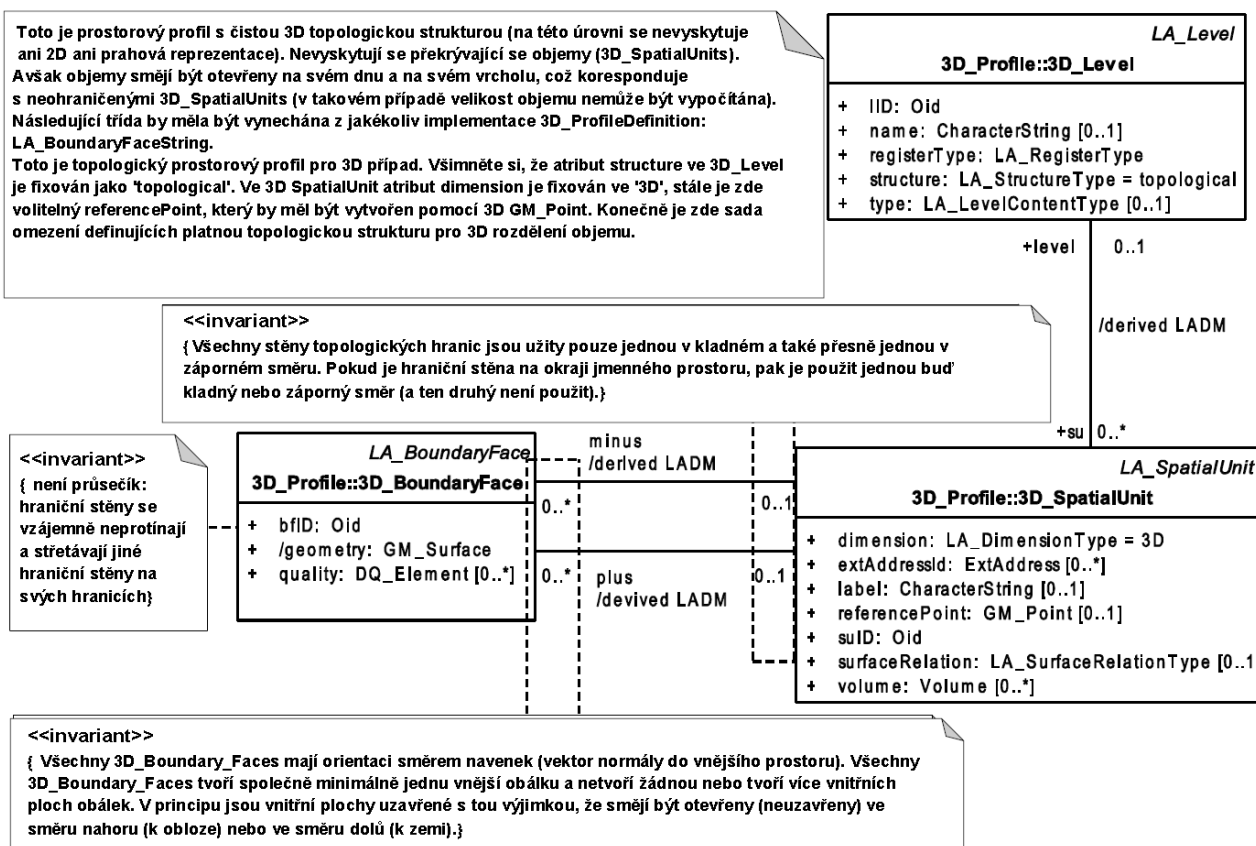


**Obr. 6.** Pohled z boku na smíšené použití řetězců hraničních stěn a hraničních stěn pro definování jak ohraničených, tak neohraničených 3D objemů [6].

LADM obsahuje konkrétně následující možnosti, jak prostorovou jednotku realizovat:

- na náčrtech založená (*sketch based*),
- na bodech založená (*point based*),
- na textu založená (*text based*),
- nestrukturovaně (na liniích) založená (*unstructured line based*).
- na polygonu založená (*polygon based*) – na polygonu založená jednotka je použita, když je každá prostorová jednotka zaznamenávána jako oddělená entita. Mezi sousedícími prostorovými jednotkami není žádná topologická souvislost (a žádné sdílené hranice). Ve 2D reprezentaci je právě jedno propojení na uzavřený řetězec hraničních stěn pro každý uzavřený okruh polygonu (nebo množin řetězců hraničních stěn, které dohromady formují uzavřený okruh). Polygonová prostorová jednotka, která je použita ve 3D reprezentaci, používá nejméně jednu nesdílenou hraniční stěnu [6].
- na topologii založená (*topological based*) – na topologii založená jednotka je použita, když prostorové jednotky sdílejí reprezentace hranic. Topologická prostorová jednotka je kódována referencí ke svým hranicím, se společnou hranicí mezi dvěma prostorovými jednotkami, která je uložena jen jednou. Tudíž existuje topologické propojení mezi dvěma sousedícími jednotkami. Pro 2D reprezentaci je zvykem řetězce hraničních stěn tvarovat uzavřenou smyčkou či smyčkami a takové řetězce hraničních stěn pak mají levé a pravé odkazy na prostorové jednotky. V případě 3D reprezentace je zahrnuta nejméně jedna hraniční stěna s levou/pravou informací [6].

Celkem je tedy podle ISO 19152 možné reprezentovat prostorovou jednotku šesti výše uvedenými způsoby, a to ve 2D, 3D nebo vzájemné kombinaci. Kromě zmíněných možností reprezentací prostorových jednotek a dimenzí norma ISO 19152 specifikuje šest prostorových profilů, které obsahují potřebné třídy a atributy pro konkrétní typ a dimenzi prostorové reprezentace. Na obrázku 7 je zobrazena ukázka profilu založeného na 3D topologii. Dá se očekávat, že ne vždy budou využity všechny nabízené možnosti. V národním profilu (lze si představit jako datový model katastru) by např. parcely mohly být reprezentovány ve 2D pomocí na topologii založené prostorové reprezentaci, zatímco úroveň právního prostoru inženýrských sítí (např. ochranná pásma) by byla reprezentována vhodnými 3D objekty. Lze tedy kombinovat několik prostorových profilů.



Obr. 7. Profil založený na 3D topologii [6].

#### 4. VYBRANÁ ŘEŠENÍ ZALOŽENÁ NA LADM

Mezinárodní norma ISO 19152 inspirovala již několik zemí k tomu, aby zkusily pro svoji pozemkovou evidenci navrhnout datový model, který bude vycházet právě z této mezinárodní normy. Mezi vybrané země patří například Malajsie či Izrael.

##### 4.1 Směrem k 3D katastru a ISO 19152 v Izraeli

V Izraeli proběhla v posledních letech řada pracovních setkání mezi zainteresovanými stranami (národní mapovací agentura, zeměměřiči,...) k inovaci pozemkového datového modelu a tvorbě Izraelského národního profilu, který by byl v souladu s LADM. Pracovní skupina FIG pro 3D katastr definovala čtyři základní otázky, které je užitečné si při myšlenkách zavedení 3D katastru zodpovědět [8]:

- 1) Jaké typy 3D katastrálních objektů budou evidovány? Jsou tyto objekty vztaheny k fyzickým konstrukcím (budovy, potrubní vedení, tunely, atd.), nebo mohou být tyto objekty libovolná část 3D prostoru, jak nad zemí, tak pod zemským povrchem? Datový model může teoreticky podporovat všechny tyto možnosti.
- 2) Použít 3D parcely rovněž pro jednoduché bytové domy s případnými podzemními prostory (např. sklad či parkovací místa) nebo pro tyto situace použít více tradiční 2D plány podlaží?
- 3) Jsou 3D parcely pro objekty infrastruktury (jako např. tunely, potrubní vedení a kabely) rozděleny podle parcel na zemském povrchu, nebo jsou reprezentovány jedním objektem?
- 4) Reprezentace 3D parcely: má právní prostor svoji vlastní geometrii, nebo hranice právního prostoru koinciduje s fyzickými hranicemi objektů?

Řešením může být návrh obecnějšího datového modelu, jak z pohledu legislativního, organizačního či technického, ve kterém budou ve 3D reprezentovány pouze vybrané a dobře odůvodněné případy. Model by měl být zároveň připravený na další rozšiřování. Další otázka spojená s potenciální evidencí ve 3D:

- 5) Měl by být definován povrch, který specifikuje, zda je parcela nad či pod zemským povrchem? Ukazuje se, že informace o poloze 3D parcely vůči povrchu může být užitečná, např. v případě 3D parcel vymezujících (právní) prostor železnice, která částečně prochází tunelem. Vzhledem k proměnám povrchu se doporučuje použít pro takové 3D parcely absolutní výšku.

Dalším případem, kdy může být užitečné evidovat 3D parcely, je využití 3D prostoru pod povrchem či nemovitostí jiného vlastníka (*party*). 3D parcely mohou být tvořeny vertikálními sloupci vytvořenými nad 2D parcelami. Tyto 3D parcely pak mají buď 3D vyloučení (*3D exclusion*) nebo 3D připojení (*3D addition*), které reprezentuje využití prostoru pod nemovitostí jiného vlastníka. V podstatě jde o variantu věcného břemena ve 3D. Oprávněná osoba získá k užívání další prostor (*3D addition*), zatímco vlastník je ve využívání tohoto prostoru omezený (*3D exclusion*). Z tohoto vyvstává další otázka, která má vztah k LADM:

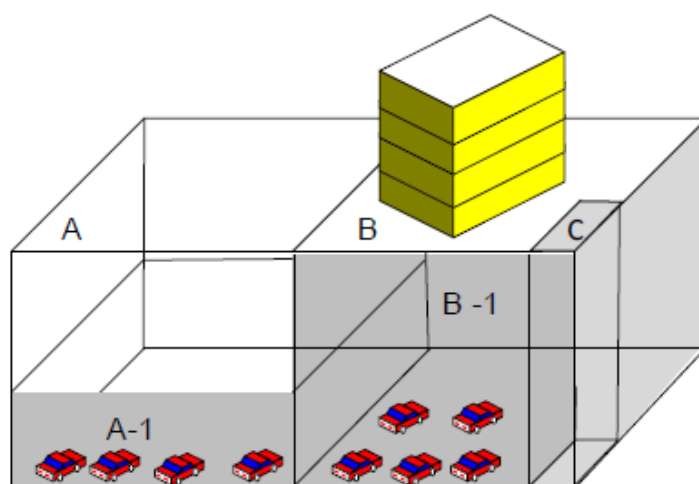
- 6) Evidované 2D parcely budou propojeny s 3D vyloučeními/připojeními (viz obrázek obr. 8). Otázka je, jak definovat 3D parcelu, která je otevřena na horní (*top*) straně a/nebo spodní (*bottom*) straně a ohraničena na zbývajících stranách?

LADM nabízí způsob, jak situaci na obrázku 8 modelovat, a to použitím LA\_Level přístup s úrovněmi 2D parcely a 3D parcely:

- máme 3 parcely (A, B, C) v úrovni 2D parcely, implikující 3D sloupce.
- máme 1 parcelu (A-1 + B-1) v úrovni 3D parcel
- použijeme LA\_BAUnit ke zkombinování C (2D parcela) s A-1 + B-1 (3D vyloučení).

Instancemi třídy LA\_BAUnit jsou základní správní jednotky (*basic administrative units*). Základní správní jednotky jsou kromě jiného zapotřebí k registraci základní jednotky vlastnictví (*basic property units*), které sestávají z několika prostorových jednotek, náležejících vlastníkoví/oprávněné osobě na základě homogenního práva (tj. vlastnictví, užití, společenská držba, nájem nebo břemeno) se týkají celé základní správní jednotky.

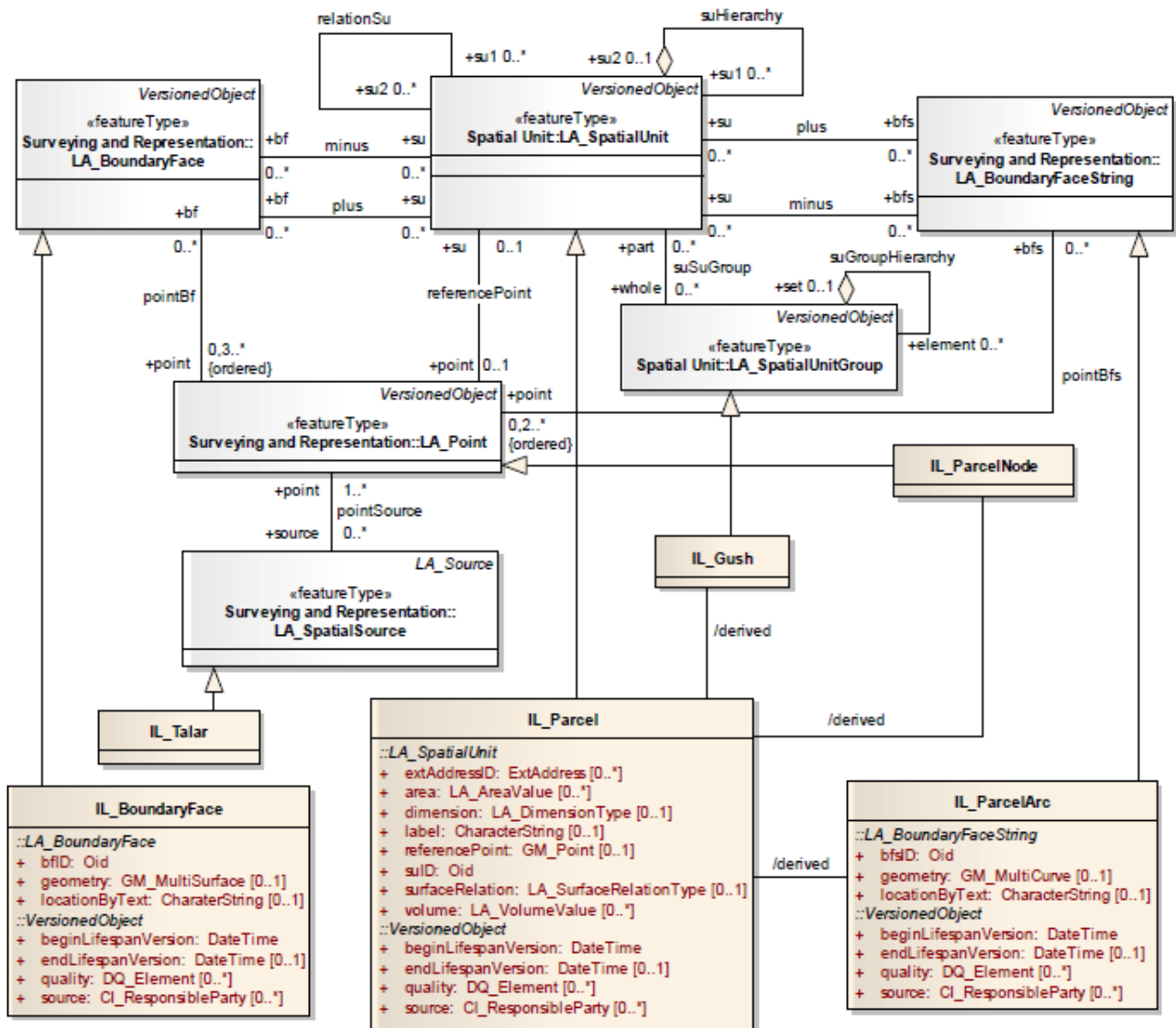
V takovém případě parcely A a B, obě implikující 3D sloupce, mají 3D vyloučení (A-1 + B-1) pomocí LA\_Level přístupu. Parcela C má pak 3D připojení přes LA\_BAUnit.



**Obr. 8.** 3D parcela vymezující oblast k parkování sestává z 3D parcely C, 3D parcely A-1 a 3D parcely B-1 [8].

Po diskuzi výše uvedených otázek byl vytvořen návrh Izraelského národního profilu ve shodě s LADM (viz obr. 9). Tento národní profil uvažuje současnou pozemkovou evidenci ve 2D a možnosti pro budoucí rozšíření do 3D. Prefix 'IL\_' je prefix označující Izraelský národní profil.





Obr. 9. Současný návrh prostorové části Izraelského národního profilu [8].

#### 4.2 Registrace 3D objektů v Malajsií podle LADM

Malajsijský národní profil byl vyvinutý pro uchování informací o 2D a 3D prostorových jednotkách reprezentujících budovy, technickou infrastrukturu a parcely. Všechny třídy v profilu jsou založeny na třídách z LADM [9]. Obrázek 9 ilustruje vazby v prostorové části profilu, prefix 'MY\_' značí, že jde o třídy Malajsijského národního profilu. K znázornění dědičnosti z tříd LADM mají třídy s prefixem 'MY\_' buď v pravém horním rohu uvedený kurzívou název odpovídající LADM třídy nebo mají šipku explicitně znázorňující dědičnost.

Budova je reprezentována třídou *MY\_Building* a technická infrastruktura třídou *MY\_Utility*. Obě třídy (*MY\_Building* a *MY\_Utility*) obsahují společné atributy jako např. geometrický atribut *GM\_Solid*.

3D parcela je reprezentována třídou *MY\_Lot3D*, která je podtřídou *MY\_GenericLot* (která je podtřídou *LA\_SpatialUnit*). Pro modelování 3D prostorových jednotek není použita topologie: ani pro parcely (*MY\_Lot3D*), ani pro byty/apartmány (*strata objects*). *My\_GenericLot* má ještě podtřídou *MyLot2D*. Tato třída je založena na 2D topologii s odkazy na sdílené hranice (*MY\_BoundaryFaceString*).

Třídy *MY\_Shared3DInfo* a *MY\_GenericLot* jsou abstraktní třídy a nemají tak žádné instance.

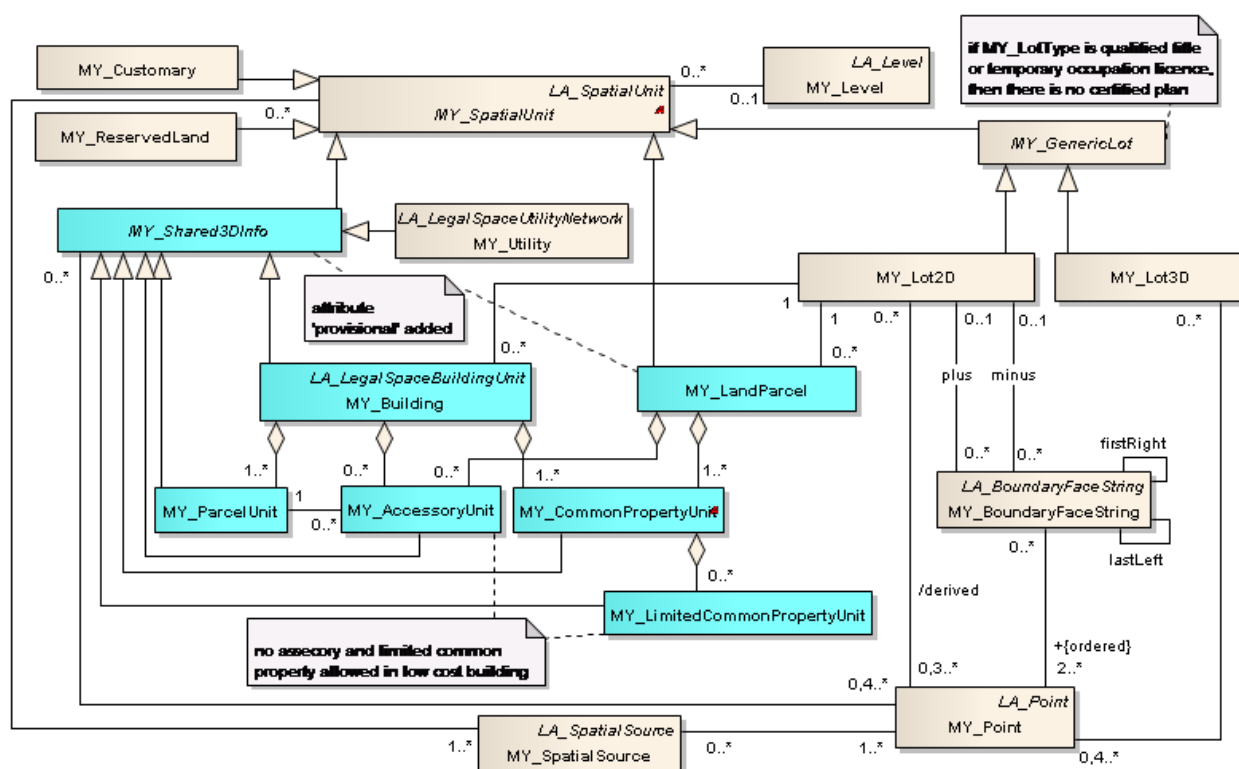
Instance třídy *MY\_LandParcel* (byty/apartmány v budovách o ne více jak čtyřech podlažích) jsou i nadále reprezentovány ve 2D. Ostatní byty/apartmány jsou reprezentovány ve 3D a dědí proto z abstraktních tříd

My\_Shared3DInfo s konkrétní specializací: *MY\_BuildingUnit*, *MY\_ParcelUnit*, *MY\_AccessoryUnit*, *MY\_CommonPropertyUnit* a *MY\_LimitedCommonPropertyUnit*.

V národním profilu je několik abstraktních tříd (na obrázku 9 indikovány kurzívou): *MY\_SpatialUnit*, *MY\_Shared3DInfo*, *MY\_GenericLot*. Tyto třídy podporují proces modelování, obsahují společné atributy a struktury, nevytvářejí žádné instance (proto nemají v konkrétní databázové implementaci odpovídající tabulku).

Třída *MY\_Shared\_3DInfo* obsahuje geometrický atribut (typu *GM\_Solid*). Podle normy ISO 19152 je 3D geometrie reprezentována pomocí třídy *LA\_BoundaryFace*, ale vzhledem ke skutečnosti, že není použita 3D topologie, je v modelu navržena vazba 1:1 s *LA\_SpatialUnit*. Navržený národní profil se tak považuje za ISO konformní, navzdory skutečnosti, že zde chybí třída *LA\_BoundaryFace*.

Z technického pohledu jsou instance třídy *MY\_ParcelUnit* reprezentující 3D objekty (jako např. byty ve víceposchodových domech) uloženy v Oracle Spatial jako multipolygony (GTYPE = 3007). Administrativní část Malajsijského národního profilu je detailněji popsána v [9].



Obr. 10. Přehled prostorové části Malajsijského národního profilu (*country profile*) založeného na LADM (barevně jsou označeny tzv. *strata titles*) [9].

## 5. ZÁVĚR

Před zahájením případné implementace 3D katastru je nezbytné provést důkladnou analýzu nákladů a přínosů (*cost-benefit analysis*). Právě obtížnost provedení takové analýzy je spolu s politikou vůlí jedním z hlavních „brzdících“ faktorů implementace 3D katastru. Je velmi důležité ukazovat na konkrétních případech a pilotních řešeních užitečnost vedení pozemkové evidence ve 3D, především pak ve vztahu k bezpečnosti evidovaných práv, omezení a odpovědností. 3D katastr sestává stejně jako 2D katastr z měření dat, jejich zpracování a odeslání k evidenci, validaci, uložení, vizualizaci, diseminaci a analýz. Podstatná je opora v legislativě. Je rovněž důležité říci, že pro řadu případů je pozemková evidence ve 2D postačující. Zajímavé by se určitě jevilo pilotní řešení, ve kterém by ve 3D byly evidovány pouze vybrané evidované objekty (např. složité komplexy budov vč. podzemních prostor) a byla by to tak kombinace 2D a 3D evidence, která má v normě ISO 19152 oporu.

Nezanedbatelné je rovněž technologické hledisko 3D katastru. Sběr a správa 3D dat vykazuje vyšší náročnost zejména kvůli většímu objemu dat, než tomu je u 2D digitálních katastrálních map. V poslední době se objevují nové senzorové technologie (např. UAV), roste výkon grafických karet, spolu s výkonnějšími procesory jsou možné pokročilé vizualizace dat. Implementace 3D katastru vyžaduje multidisciplinární spolupráci, z pohledu vizualizace je užitečné zahrnout experty z oblasti 3D počítačové grafiky. Klíčovým okamžikem pro implementaci 3D katastru byl vznik mezinárodní normy ISO 19152 LADM. Jistou překážkou se prozatím jeví stav (uživatelsky přívětivého) software pro efektivní práci s velkoobjemovými geodaty pro účely 3D katastru.

Z pohledu České republiky není implementace 3D katastru otázkou dne, ba ani několika let příštích, kdy bude potřeba dokončit digitální katastrální mapu ve 2D. Je však nezbytné sledovat aktuální vývoj a akceptovat výsledky na mezinárodní scéně, a to nikterak vzdálené. Otázkou 3D katastru se v posledních letech zabývají (a už ne pouze na akademické úrovni!) okolní země, jako jsou Německo, Maďarsko nebo Polsko. Důležité je propojení všech klíčových oblastí – veřejné správy, která by měla přesně popsat své požadavky na katastrální data, soukromé sféry, která je dodavatelem softwarových a hardwarových řešení a akademické sféry, na které se odehrává potřebný výzkum.

## LITERATURA

- [1] FIG joint commission 3 and 7 Working Group on 3D Cadastres. Questionnaire 3D-Cadastres: status November 2010. URL: <http://www.gdmc.nl/3DCadastres/participants>. Datum citace: 1. 12. 2014
- [2] Van Oosterom, P. J. M (2013) Research and Development in 3D Cadastres. Computers, Environment and Urban Systems Volume 40, Pages 1-78 (July 2013) 3D Cadastres II
- [3] Stoter, J. E. (2004) 3D Cadastre. Ph.D. Thesis. Delft University of Technology, Delft, the Netherlands.
- [4] FIG joint commission 3 and 7 Working Group on 3D Cadastres. Questionnaire 3D-Cadastres: status September 2014. URL: <http://www.gdmc.nl/3DCadastres/participants>. Datum citace: 3. 12. 2014
- [5] Janečka, K. (2014) Questionnaire 3D-Cadastres: status September 2014 – Czech Republic. URL: [http://www.gdmc.nl/3DCadastres/participants/3D\\_Cadastres\\_CzechRepublic2014.pdf](http://www.gdmc.nl/3DCadastres/participants/3D_Cadastres_CzechRepublic2014.pdf). Datum citace: 3. 12. 2014
- [6] ČSN EN ISO 19152. Geografická informace – Model domény Správa pozemků (LADM). Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha, Česká republika.
- [7] Janečka, K. (2009) Modelování konzistentní báze geodat na úrovni datového modelu katastru nemovitostí. Disertační práce. Vedoucí: Doc. Ing. Václav Čada, CSc. ZČU v Plzni.
- [8] Felus, Y., Barzani, S., Caine, A. et al. (2014) Steps towards 3D Cadastre and ISO 19152 (LADM) in Israel. In: Proceedings of 4th International Workshop on 3D Cadastre. Dubai, 9. – 11. 11. 2014. ISBN: 978-87-92853-28-8.
- [9] Zulkifli, N. A., Rahman, A. A., Jamil, H. et al (2014) Towards Malaysian LADM Country Profile for 2D and 3D Cadastral Registration System. In: Proceedings of FIG Congress 2014, Kuala Lumpur, Malaysia, 16 – 21 June 2014. ISBN 978-87-92853-21-9.