

# Az ontológia fogalma, építése, kezelése

Szakadát István, Szóts Miklós, Szaszko Sándor

2006 decembere

## 1. Az ontológia fogalma, építése, kezelése

Bár a MEO-projekt vizsgálódási fókuszában kezdettől fogva és mindvégig az ontológia fogalma áll, mégsem mondhatjuk, hogy a projektben együtt dolgozó szakemberek között teljes konszenzus alakult volna ki a fogalom értelmezésére vonatkozóan. Ennek okait később elemezzük, mert megítélésünk szerint hasznos tanulságokkal szolgálhat későbbi ontológiaépítő projektek számára. Először azonban tisztázni kell, hogy – a projekt lezárultával – hogyan definiáljuk az ontológia fogalmát.

Talán a leggyakrabban idézett meghatározás Thomas Grubertől származik [3, 4], amely szerint az ontológia „*egy fogalmi rendszer konszenzuson alapuló, explicit, formális specifikációja*”. Mivel nagy vonalakban – egy-két kiegészítéssel együtt – a MEO-projekt számára elfogadhatónak tűnik ez a meghatározás, de érdemes alaposabban kibontani, hogy pontosan mit is értünk a definíció egyes elemein. A mondatot az alábbi összetevőkre bonthatjuk:

- 1) egy fogalmi
- 2) rendszer
- 3) konszenzuson alapuló
- 4) explicit
- 5) formális
- 6) specifikációja.

Bizonyos értelemben mindent meghatároz a definíció első két eleme, amely szerint az ontológiákban a létező dolgokra vonatkozó képzeleteinket reprezentáló *fogalmakat* akarjuk egységes *rendszerbe* foglalni (1). Ehhez természetesen alaposan körbe kell járni, mit is jelent a fogalom fogalma, illetve milyen típusait érdemes elkülöníteni, de ezzel itt most nem kell törődnünk.<sup>1</sup> Az ontológiák építésével azt a fajta paradigmaticus tudást akarjuk rögzíteni, ami a természetes nyelvi kommunikáció során a szó szintű nyelvi megnyilatkozásainkkal fejezünk ki. A fogalommal a világ valamilyen létező elemére, összetevőjére,

---

<sup>1</sup>A projektjelentés ontológia-infrastruktúráról szóló részben foglalkozunk a fogalomtípusok és a meta-fogalmak kérdéseivel.

dolgára akarunk utalni úgy, hogy jegyek, tulajdonságok felsorolásával kifejezzük a fogalom *tartalmát* (intenzióját) és rámutatunk a világ azon konkrét létező dolgaira, amelyek a fogalom *terjedelmét* (extenzióját) alkotják.

Az ontológiákba azonban nem pusztán az egyes fogalmakat vesszük fel, hanem rögzítenünk kell a fogalmak közötti kapcsolatokat is. Amikor ilyet teszünk, akkor valamiféle struktúrát építünk a fogalmak halmazán, amivel túllépünk a fogalmak egyszerű felsorolásán, s valamilyen fogalmi rendszerről kell beszélnünk. Ezért kell beemelni a *fogalmi rendszer* (vagy másként: konceptualizáció) kifejezést a meghatározásunkba (2). Ebben az esetben kijelentéseket vagy formulákat, azaz a természetes nyelv mondat szintű megnyilatkozásainak megfelelő, igazságértékekkel jellemezhető logikai egységeket kell létrehozunk (specifikálnunk) és egységes rendszerben konzisztensen kezelünk (6).

A fogalom és a fogalmi rendszer fogalmával kapcsolatban szükségünk van még egy további fontos megkülönböztetésre. A fogalmainkkal és a velük kifejezhető kijelentéseinkkel úgy kell rögzítenünk a világról szóló tudásunkat, hogy ezt a természetes nyelvektől független formában tegyük meg. Kimondhatjuk a következő fontos tételt: az *ontológia nyelvfüggetlen tudásrendszer*.<sup>2</sup> Ebből a tételből sok minden következik, de itt csak azt az egy elvárást emelnénk ki, amely szerint az ontológia építéskor szigorúan és egyértelműen el kell választanunk egymástól az ontológiai tudást leíró *fogalmi rendszert* és az ontológiai tudást valamely konkrét – természetes – nyelven kifejező *nyelvi rendszert*. Amennyiben ezt a szeparációs feladatot sikeresen oldjuk meg, akkor egyetlen fogalmi rétegre tetszőleges számú nyelvi réteget lehet építeni. Ez a megoldás bonyolítja, nehezíti az építkezés menetét, ám a várható – sokszoros – előnyökért megéri vállalni a többletmunkát.

Természetesen a *fogalomíráshoz* is szükségünk van valamilyen nyelvre. Ebből következően egy nyelvet metaszintre kell emelnünk, hogy mindenki (és ami fontos: a gépek) által egyértelműen olvasható formában fejezhessük ki az ontológiai tudásunkat. Ehhez valamely *formális nyelvet* kell választanunk magunknak (5), és ez a választás lesz az egyetlen nyelvfüggő mozzanat az ontológiaépítés tervezési és építkezési folyamatában.

Az ontológiánkat az ontológianyelvnek választott formális nyelven írva mindvégig arra kell törekednünk, hogy a rögzíteni kívánt tudást mindig *explicit* módon írjuk le (4), és az ontológiai elkötelezettségeinket a lehető legtudatosabban kezeljük, és tegyük mindenki számára nyilvánvalóvá. Természetesen a formális nyelv egyértelmű fogalomkezelést kínál, de ezt az elméletileg adott lehetőséget sokszor nagyon nehéz a gyakorlatban kihasználni. Az ontológiaépítés gyakorlata során a *formulákban fogalmazás* kényszerre folyamatosan arra készíti az ontológia szerkesztőit, hogy minden új állítást explicit formában fejezzenek ki.

Ez utóbbi követelményt, az explicit fogalomkezelésre vonatkozó elvárást továbbgondolva jutunk el az ontológiaépítés legnehezebb kérdéséhez, az ontológia szerkesztői, fenntartói körében feltételezett, a tőlük elvárt *konszenzus* megteremtésének nehézségeihez (3). Ahogy a természetes nyelv arra szolgál, hogy a hiányában nem, vagy csak nagyon nehezen kifejezhető üzeneteket pontosítani, egyértelműsíteni, egyszerűsíteni tudjuk az emberek között, úgy a formális nyelven kifejezett fogalomírás is arra használható, hogy mind

<sup>2</sup>Ezen a ponton az ontológiafelfogásunk eltér egy másik, gyakran hivatkozott ontológiameghatározás szellemétől [7]. Nicola Guarino ugyanis a filozófiai és ipari ontológiák elkülönítése során a nyelvfüggetlennek deklarált filozófiai ontológiákhoz rendeli a konceptualizáció fogalmát, míg a valamely konkrét – formális – nyelven reprezentált ipari ontológiát nevezi ontológiának.

a – különböző nyelv és kultúrájú – emberek között, mind a számítógépek között, mind az emberek és gépek között megteremtjük az egyértelmű(bb) kommunikáció (információcsere) lehetőségét. Ez csak akkor lehet működőképes, ha az ontológia fogalmai, formulái értelmezésében konszenzust lehet teremteni az ontológiákat tervező, szerkesztő és hasznosító emberek körében.

Bármennyire is fontos követelmény a konszenzuális működésmód feltételezése, a konszenzuskeresés és -teremtés elvárása sosem lehet univerzális igényű (a formális ontológiák építéskezési logikájáról lásd még [7]). Nem feltételezhetünk olyan állapotot, amelyben teljes egyetértést várhatnánk el az ontológia egészét illetően. Minál inkább elvontabb, magasabb szintű fogalmakat akarunk kezelni (az ontológiák típusairól később még szót ejtünk), annál inkább válik lehetetlenné a széles körű konszenzus elérése. Az egyes ember, az egyes közösségek eltérő tudás-, hit-, érték- és normarendszerei gyakorlatilag megvalósíthatatlaná teszik ezt az elvárást. Ezt fejezi ki az *ontológiai elköteleződés* (elkötelezettség) egész problémaköre [13].

Ebből a társadalmi tényből azonban nem következik az, hogy fel kell adnunk a konszenzusformálásra törekvés követelményét, hiszen a fogalmi egyetértés hiányában pillanatok alatt értelmetlenné válhat az ontológiai tudás használata. Tudomásul véve a – talán szükségszerűnek mondható – *ontológiai elfogultságainkat* (ontological bias) olyan ontológiarendszert kell megterveznünk, amely a lehető legtöbbet képes abban segíteni az ontológiatervezés és -szerkesztés folyamatát, hogy különböző rétegekbe különíti el egymástól a konszenzuális fogalmi, metafogalmi modulokat és az ontológiai elfogultságokból fakadóan egymástól eltérő „tárgynyelvi” fogalmi modulokat.

Az ontológiai elfogultságok és „máskéntlátások” leginkább a metaszint és tárgyszint határmezsgyéjén elhelyezkedő kategóriafogalmak specifikálása során jelentkezhetnek (erről a problémakörre a jelentés más helyén bővebben kitérünk). A jelentősebb kategoriális különbségek nem kezelhetők egy ontológián belül, ezért ha valamely szintnél nagyobb eltérés tapasztalható, akkor mindíg érdemesebb külön ontológiákat felépíteni, mint arra törekedni, hogy – hamis – konszenzust teremtünk inkompatibilis értelmezési rendszerek, világlátások, ontológiai elköteleződések között.

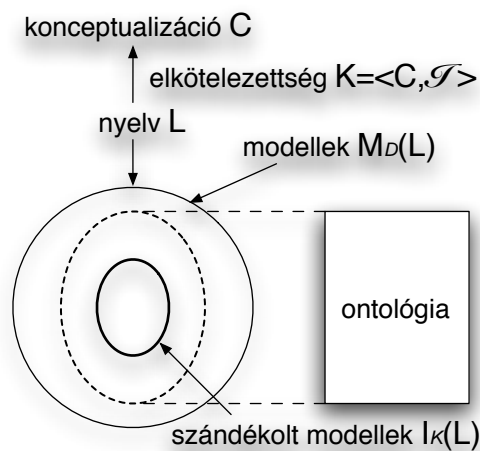
Persze minél kevésbé általános fogalmakkal foglalkozunk, tehát minél inkább közelítünk valamely konkrét ismeretterület fogalomírási igényeihez, annál valószínűbb lesz, hogy a szakemberek között könnyebben és gyorsabban megegyezést érhetünk el. A konszenzusformálási esély vélhetőleg fordított arányban van az ismeretterületi specializáltság mértékével.

A gruberi ontológiadefiníciót más szempontok szerint explikálva egy ponton kiegészítendőnek tartja azt Guarino és Giaretta [6], és ezt a kiegészítést a MEO-projekt számára különösen fontosnak tartjuk elfogadni.

A világra vonatkozó tényeket, adatokat tartalmazó *tudásbázisok*, a világról szóló általános tudásunkat rögzítő *ontológiák*, az *ontológiai elkötelezettség*, a *konceptualizáció* és az *ontológiai elmélet* metafogalmainak egymáshoz való viszonyának tisztázása után a szerzők megállapítják, hogy a gruberi ontológiameghatározást gyengíteni kell egy ponton, és csak *részleges specifikációról* érdemes beszélni. Ehhez a megállapításhoz úgy jutnak el, hogy a konceptualizáció fogalmát az intenzionális szemantikai struktúra (szándékolt modell) jelentésre tartják fent (amit komolyabb kifejezőerővel bíró, modális logikával lehet csak leírni), míg az ontológiai elmélet metafogalmát úgy értelmezik, hogy az logikai formulák adott halmazára, amelynek elemei valamely konceptualizációra nézve mindig igazak

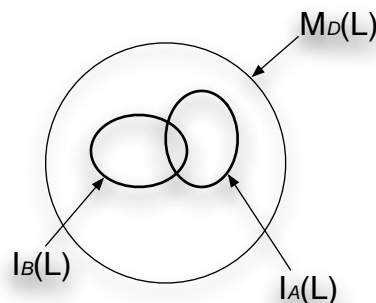
(de lefedésüket tekintve sosem teljesek).

Hogy miért is fontos ez a megkülönböztetés, azt Nicola Guarino további cikkeiből érthetjük meg igazán [5, 7]. Guarino abból indul ki, hogy amikor egy fogalmi rendszert/konceptualizációt (C) felépítünk „magunkban”, akkor ezzel az ontológiai elkötelezettségeink (K) halmazát „rögzítjük”, ami a konceptualizáció elemeinek, a fogalmaknak intenzionális interpretációját jelenti. Ennek megfelel a választott (L) formális nyelven egy szándékolt modell, ami nem más, mint az (L) nyelv elemeire vonatkozó interpretációk rendszere. Az (L) nyelven felépített ontológia célja az, hogy minél pontosabban leírja a szándékolt modellt, de ez sosem sikerülhet teljesen, mert minden axiómarendszer több lehetséges interpretációt enged meg, ami miatt az ontológia modellje bővebb lesz, mint a szándékolt modell (1.ábra).



1. ábra.

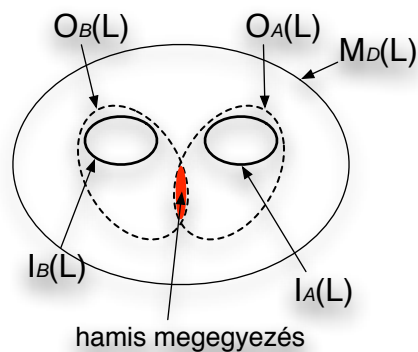
Amíg persze csak egy ontológiáról van szó, nem okoz problémát ez az eltérés. Ha azonban több különböző konceptualizáció és szándékolt modell kerül valamiért egymás mellé (például azért, hogy egyesítsék azokat), akkor különböző modellek közötti eltérések hirtelen fontossá válnak. Az a tapasztalat ugyanis ilyen esetekben, hogy a szándékolt modellek nem esnek teljesen egybe (lásd: 2.ábra).



2. ábra.

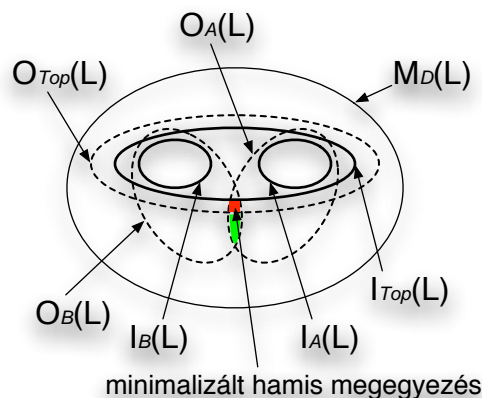
Amikor a két szándékolt modell fedi egymást, akkor a fogalmakra teljesen megegyező interpretációk vonatkoznak, de a diszjunkt területeken nincs egyezés a modellek között.

Ez persze nem akkora baj, hiszen ez csak annyit jelent, hogy vannak olyan területei a világnak, amelyeket a kétfajta konceptualizáció közül vagy az egyik vagy a másik akart csak megfogni, leírni (konceptualizálni), míg a másik nem. Ahol a két szándékolt modell nincs átfedésben, ott nem is zavarják egymást, hiszen azzal egymást kölcsönösen kizáró módon nem akarnak foglalkozni. A gond az ontológiák megjelenésével keletkezik. Azok ugyanis – ahogy korábban jeleztük – mindig bővebb modellt eredményeznek a szándékolt modellekhez képest. Ekkor pedig előfordulhat az az eset (3. ábra), amikor az ontológiák között átfedés lesz, amire azt mondhatjuk, hogy azon a területen az ontológiák szintjén fogalmi konszenzus jön létre, viszont a szándékolt modellek teljesen diszjunktak, tehát a szándékok szintjén nem kellene, hogy létrejöjjön ez a megegyezés. Éppen ezért ezt hamis konszenzusnak vagy *hamis megegyezésnek* kell minősítenünk, amit jó lenne elkerülni, de legalábbis minimalizálni.



3. ábra.

A hamis konszenzus csökkentését azáltal biztosíthatjuk, hogy közös szándékolt modellt, illetve közösen értelmezett és elfogadott csúcsontológiát teszünk be modellek fölé [1]. A csúcsontológia célja az, hogy a formális nyelvre „behozza” a legáltalánosabb fogalmak konceptualizációjára vonatkozó konszenzust kifejező szándékolt modell elemeit (4. ábra). Szükség van tehát egy közösen vallott csúcskonceptualizációra és az ezt leíró csúcsontológiára (ami megintcsak tágabb lesz a közös szándékolt modellnél).



4. ábra.

A haszon ott jelentkezik, hogy a konceptuális konszenzus mentén kialakult csúcsonológia szűkíti az egyes ontológiák közös részeként kialakult hamis konszenzus tartományát. Maradhat persze így is hamis megegyezés, de ezt kisebb méretűre lehet szorítani.

A konceptualizáció, a szándékolt modellek, az ontológiai modellek fenti értelmezése mellett az ontológia fogalmát kétféleképpen is definiálhatjuk, ami azért különösen fontos, mert a kétféle értelmezés kétféle ontológiahasználati célhoz nagyon adekvátnek tűnik. Az ontológia fogalmát ugyanis használhatjuk a ontológiai elmélet (modell) szinonímájaként, s ebben az esetben az ontológia a konceptualizáció részleges specifikációját biztosíthatja számunkra. Egy másik értelmezés szerint azonban az ontológia fogalmát azonosíthatjuk az ontológiai elkötelezettségek specifikációjának fogalmával is, amikor viszont ugyanazt a konceptualizációt esetleg részben eltérő ontológiai elmélettel lehet kifejezni.

Ez kettős értelmezési lehetőség nem jelent igazi problémát, sőt, inkább jól megragadja azt a kettősséget, ami abban nyilvánul meg, hogy az ontológiahasználati céltól függ a konceptualizáció specifikációs foka. Ha a fogalmak értelmezésében magasan konszenzusos állapotot remélhetünk (inkább szakontológiák esetében lehet ez így), akkor elég a konszenzusos fogalmakat egy formális ontológiai elméletbe beleírni, amelynek nyelvétől nem kell nagy kifejezőerőt várnunk. Ez esetben természetesen jobb értékekre számíthatunk a számítási hatékonyság terén. Ezzel szemben kevésbé konszenzuális állapotot feltételezve (minél inkább csúcsonológiát kell igénybe vennünk), az ontológiahasználat egyik (ha nem a) legfontosabb célja a fogalmak egyértelmű használatának elősegítése, amit nyilván a nagy kifejezőerővel rendelkező nyelven elvégzett, alapos specifikációval érhetünk el. Ez természetesen a számíthatóság ellenében hat, de a konszenzusteremtési alapcél ismeretében ez nem jelent igazi problémát. Ilyen esetekben ugyanis az ontológia tényleges használati értéke abban van, hogy emberek munkáját segíti a fogalmak értelmezésében – szemben a korábbi esettel, amikor már az ontológiai tudás segítheti számítógépek munkáját is.

\* \* \* \* \*

Az ontológia fogalmára vonatkozó meghatározás kvázi-explikálása után érdemes még néhány kiegészítést tennünk. Mivel formális, ipari ontológiákról beszélünk, melyektől – legalább középtávon – valamilyen gyakorlati hasznosíthatóságot remélünk, ezért fel kell tennünk azt a kérdést, hogy hogyan is tudjuk az ontológiáinkban tárolt tudást a gyakorlatban hasznosítani. Már a kérdés megfogalmazása önmagában rávilágít az eddigi ontológiamegközelítésünk egy „hiányosságára”.

Az ontológiákat bármelyik használati cél mentén is értelmezzük, mindenképpen egy passzív tudásreprezentációs eszköznek kell tekintenünk őket. Ezt a passzív tudást úgy aktivizálhatjuk, hogy az ontológia mellé „telepítünk” valamilyen következtetési rendszert, vagyis olyan képességgel látjuk el az ontológiánkat magába építő informatikai rendszert, amely aktívan használni tudja az ontológiai fogalmak közötti összefüggésekből levonható következményeket. Az effajta képesség hiányában nagyon kevés közvetlen gyakorlati hasznot remélhetünk az ontológiák létéből, hiszen bennük olyan passzív tudás tárolunk, amely csak valamilyen aktív informatika komponens (egy következtetési rendszer) igénybevételével értékesíthető.

Meg kell állapítanunk azt is, hogy – a következtető rendszerekhez hasonlóan – az ontológiák erős szimbiózisban kell éljenek egy másik fontos informatika komponenssel

is. Sok olyan használati cél lehetséges, amikor az általános ontológiai tudás mellett rendelkezünk és használni is szeretnénk az előfordulásokra vonatkozó adatokat, tényeket, melyeket természetesen az ontológiáinkban rögzített fogalmak segítségével tudunk értelmezni, tárolni. A világról való tudásunknak ezt a fajtáját *tudásbázisokban* tárolhatjuk, amiket nyilván minden esetben egyértelműen el kell tudnunk határolni az ontológiáktól (de természetesen össze is kell kapcsolnunk azokkal, hogy a tudásbázis adatait értelmezni tudjuk).

## 1.1. Az ontológia típusai

Az ontológiahasználat értelmét, értékét keresve arra is szükségünk van, hogy lássuk és értsük a világban elterjedt ontológiatipizálási szempontok és a megvalósult felosztások célját, logikáját, módszerét.

Az első tipizálást azért érdemes megtenni, hogy világosan elkülönítsük a *filozófiai* és az *ipari* vagy *formális ontológiákat* egymástól. Bár nem ezen a beven „futott”, mégis mondhatjuk, hogy a filozófia több ezer éves történetében mindig voltak jelentős filozófusok, akik ontológiai problémákkal foglalkoztak, aztán a középkorban rögzült az a felosztás, amely az ontológiát a filozófia egyik szakterületeként minősítette. Arisztotelész, Leibniz, Platon, Kant, Pierce, Whitehead, Husserl és még sokan mások a filozófiai ontológiaépítés, az ontológiai kérdések mesterei voltak.

A mesterséges intelligencia kutatások, majd a Szemantikus Web kezdeményezés elképzeléseinek elterjedésével a mérnökök, informatikusok is egyre inkább használatba vették az ontológia fogalmát, amikor is a korábbi fejezetben bemutatott értelmezés mentén gondolkodtak a fogalom lehetséges tartalmáról. Mivel ezeket az ontológiákat mindig is „ipari” célokra akarták, akarják alkalmazni, illetve mindezt formális nyelven kifejezett fogalomírás segítségével akarták, akarják megtenni, ezért az ilyen ontológiák jelzőjeként az ipari vagy formális minősítések terjedtek el.

Ez a distinkció azonban nem annyira lényeges az ontológiaépítés tényleges gyakorlatában, mivel informatikai célokra csak ipari ontológiát használhatunk, amiből következően – direkt módon – nem kell a filozófiai ontológiák problémáival foglalkoznunk (természetesen egyes filozófiai ontológiák megoldásait, kategóriáit igénybe lehet, sőt, igénybe is kell venni az ontológiaépítés gyakorlati folyamatában – lásd például Sowa könyvét [16]).

Az ontológiák tipizálását más dimenziókban érdemes megpróbálnunk. Bár nem tekinthetjük teljesen függetleneknek egymástól, azért használható tipizálást eredményeznek, ha figyelünk az *ismeretterületi specialitás* szintjére, a *hétköznapi*ághoz való viszonyra és az *ontológiahasználati célokra*.

### 1.1.1. Ontológia és ismeretterületi specialitás

Az első osztályozási szempont alapján az ontológiák „átlagos” elvontsági fokát vizsgálhatjuk, amikor azt nézzük, hogy valamely konkrét ismeretterületet jellemző fogalmi rendszer elemei mennyire konkrétak, illetve milyen arányban tartalmaznak elvontabb fogalmi részrendszereket, felsőszintű kategóriákat vagy azokhoz közel álló fogalmakat. A két végletet a magas absztraktságú csúcsontológiák, illetve a nagyon konkrét fogalomkészletet tartalmazó, de „szűk” tudásterületekre vonatkozó szakontológiák adják ebben a dimenzióban. Bár többféle megnevezés kering, ezeket mind besorolhatjuk a „mikro-mezo-makro” szint valamelyikéhez:

- felsőszintű ontológia (csúcsontológia, topontológia)
- középszintű ontológia
- alsószintű ontológia (tárgyontológia, szakontológia)

A szakontológiák olyan konkrét fogalmakat tartalmaznak, amelyekkel az adott ismeretterületen felhalmozott speciális tudást kellő mértékben le lehet fedni. Ez a konkrétság megkövetel egyfajta fókuszáltságot, tehát tartományszűkítést, ezért egy szakontológia – viszonylag – keskeny tudástartomány reprezentálására alkalmas. De ugyanez a konkrétság teszi lehetővé a pontosabb, egyértelműbb jelentéskifejtés és a konszenzusteremtés lehetőségét is, ami viszont azért fontos, mert ezáltal lehet informatikai rendszerekben hasznosítani. Az informatikai rendszerek adat- vagyis instanciáigénye azt követeli meg, hogy az ontológiában az instanciaszinthez közeli fogalmak legyen kifejtve. Az „instanciaszinten mozgás”, a partikularitás követelménye a számolhatóságot és az értelmet, azaz a tényleges adattartam létezését jelenti egyben. Ennek persze az az „ára”, hogy a szakontológiák nem sok mindent nem fednek le a világról szóló tudásunkból, tehát sok esetben nem is alkalmazhatóak. Ez persze addig nem is baj, amíg elegendő az, hogy a különböző tudástartományokban a területekre szűkített, „szakosodott” ontológiákat vegyünk igénybe, s nincs igény arra, hogy az egyes területek, rendszerek között szemantikai alapú adatcsere történjen.

Abban a pillanatban, amikor két – eltérő szakontológiával támogatott – informatikai rendszert integrálni kell, szükség van a rendszerek közötti kooperációra, rögtön felmerül a kérdés, ez hogyan lehetséges, ha nincs vagy csak nagyon kicsi átfedés van két szakontológia fogalomkészlete között. Ilyenkor azzal biztosíthatunk „átjárást” a rendszerek között, hogy igénybe veszünk egy olyan csúcsontológiát, amely illeszkedni képes mindkét szakontológiára. A csúcsontológiák hasznosítására vonatkozó elvárások legtöbbször átírhatók valamilyen integrációs, kooperációs feladat formájába (bár ilyen alkalmazási igényeket vélhetőleg még igen kevésszer fogalmazhattak meg a világban eddig). Ezt az „integrálási képességet” csak úgy biztosíthatja a csúcsontológia, hogy a legfelső szintű kategóriáival teljesen lefedi a szakontológiákban lehetséges fogalmak tartományainak teljes („közös, összegzett”) szélességét. Ez természetesen nagyon absztrakt kategóriák rendszerbe dolgozását jelenti, ami miatt lehetővé válik a rendszerek közti átjárás, de sokkal nehezebb lehet megteremteni a fogalmi konszenzust, és persze a csúcsontológiák önmagában vett hasznát sem lehet igazán remélni, mivel a konkrét alkalmazási területektől „túl távol vannak” a fogalmi.

Ha a szakontológiák közötti integráció, kooperáció lehetőségeit akarjuk biztosítani, akkor könnyen előfordulhat az az eset, amikor a csúcsontológia nem elégséges eszköz a feladat megvalósítására, mert (ha) „túl magas szintű” fogalmakat tartalmaz. Arra természetesen semmilyen szabály nincs, hogy egy csúcsontológiának mennyi elemből kell állnia, illetve milyen mélységig kell fogalmakat tartalmaznia (a szélesség, univerzalitás mértéke már nem lehet kérdéses: egy csúcsontológiának – lényege szerint – azzal az igénnyel kell elkészülnie és működnie, hogy minden lehetséges fogalmat be lehessen sorolni valamelyik eleme alá). Az integrációs célok megvalósíthatósága tehát olykor megkövetelheti, hogy a csúcsontológia és a szakontológiák közé középszintű ontológiát vagy ontológiákat „tegyünk be”, mert bizonyos esetekben csak általuk lehet a szakontológiák nagyon speciális fogalmaitól feljutni a csúcsfogalmakig (s onnan elérni más ismeretterületek szakfogalmait).



Az ontológiák tipizálása az általánosítás foka szerint lehet kétértékű is, amikor csak az *általános* és *speciális* (vagy Husserl fogalomhasználatában: *formális* vagy *materiális*) ontológiákat különítünk el egymástól. Akármelyik értelmezési lehetőség mellett kötelezünk is el magunkat, az igazi kérdés mindig az, hogy milyen specializáltsági szinten húzódnak az egyes ontológiák közti határok (tehát lényegtelen kérdés, hogy két vagy három nagyobb típusra bontjuk-e az ontológiák egymásra épülő rendszerét).

A csúcsontológiáknak tulajdoníthatunk egy további funkciót, ami „csak” közvetett, bár ettől még nagyon fontos hasznosítási lehetőséget biztosít számukra. A csúcsontológiák építéskor rögzített specifikációs döntések, megoldások egyfajta módszertani útmutatót, ontológiaszerkesztési segítséget adhatnak a szakontológiák építői számára (erről a jelentés más részein bővebben szólnunk).

A MEO-projektben felépítettünk egy csúcsontológiát és egy távközlési (internetszolgáltatással kapcsolatos) szakontológiát. Utóbbi a gyakorlatban hasznosult egy ügyfélszolgálati tevékenységet támogató informatikai alkalmazásba építve, míg a csúcsontológia felépítése egy nagyon fontos ötanulási lehetőséget (és feladatot) biztosított, amit az ontológia-infrastruktúra felépítésével, menedzselésével kapcsolatos teendők, az alkalmazható infrastrukturális megoldások kifejtése, leírása során hasznosítottunk.

### 1.1.2. Ontológia és hétköznapiság

Az ontológiák másfajta felosztását adta meg Strawson [17], amikor arra a szempontra figyelt, hogy az adott ontológia mennyire támaszkodik mindennapi életben használt terminológiához. Ennek alapján Strawson az alábbi két ontológiatípust javasolta elkülöníteni egymástól:

- *leíró* ontológia,  
amikor az adott ismeretterületen megszokott terminológián nem változtatunk jelentős mértékben,
- *revizionista* ontológia,  
amikor az adott ismeretterület tudására támaszkodva „szabadon”, olykor radikálisan átalakítjuk a szakterület terminológiáját

A MEO csúcsontológia építéskor mindkét fenti szempontra figyeltünk, tehát a MEO esetében kevert megoldásról beszélhetünk. A csúcsontológia, pontosabban a középszintű ontológia elemeit kifejezetten úgy válogattuk össze, hogy megfeleljünk a strawsoni leíró ontológiával szemben megfogalmazott elvárásoknak, vagyis igyekeztünk minél jobban igazodni a hétköznapi életben használt fogalomkészlethez (erről az első projektjelentésünkben számoltunk be [10]). Miután a csúcsontológia fogalomkészletét meghatároztuk, a fogalmak közötti kapcsolatok rögzítése vagyis az ontológiai struktúra kialakítása során nem kevés olyan kiegészítő elemet kellett felvennünk, amelyek az alá-fölérendeltségi viszonyok koherens érvényesítése miatt voltak szükségesek. Ezeket a „pót”-fogalmakat *exoskeletalis elemeknek* neveztük el, amelyek csak az ontológiai struktúra vázának kialakításához szükségesek, s ilyen értelemben másodlagosak, csak kiegészítő funkciójuk van. Az effajta ontológiakomponensek azonban „megtörték” az alapkészlet homogenitását, s a MEO-csúcsontológia egésze némileg „elmozdult” a revizionista irányba, hiszen ezáltal lettek olyan elemei, amelyek sosem voltak (és vélhetőleg sosem lesznek) a hét-

köznapis nyelv részei. Ezért a MEO középszintű ontológiájára azt mondhatjuk, hogy az alapjaiban egy leíró ontológia esetinek mondható revizionista kiegészítésekkel.

A távközlési közönségszolgálati szakontológiát nem kellett a csúcsontológiához hasonló módon „kibélelni” segédfogalmakkal, hiszen ott a legfontosabb cél az volt, hogy az operátor közös nyelven tudjon kommunikálni a laikus felhasználókkal, tehát mindenképpen egy hétköznapi ontológia kiforrására volt szükség.

### 1.1.3. Ontológia és használati cél

Újabb jellemzési és tipizálási szempont lehet, ha az ontológiákat aszerint értékeljük, hogy milyen ontológiahasználati célok mentén tervezik, illetve használják őket [1]. Az ontológia és konceptualizáció lehetséges értelmezéseihez, illetve a hamis konszenzus jelensége kapcsán korábban kifejtettekhez igazodva az alábbi kétfajta ontológiahasználati célt rögzíthetjük:

- szemantikai tudás használata számítógépes alkalmazás során (számítógépek által)
- konszenzuseresés fogalmi rendszerek elemeinek hangolása során (emberek által)

A számítógépes alkalmazások – jelen állapot szerint – csak abban az esetben képesek ontológiákba épített szemantikai tudást használni, ha kis elemszámból álló axiómakészletből áll, melyekben ugyan sokan egyetértenek (tehát konszenzust feltételezhetünk), de a fogalomkészletnek kicsi kifejezőereje van és nagyon korlátozott funkcionális képességekkel rendelkezik. Növelhetjük persze a nyelv kifejezőerejét, az ehhez szükséges axómarendszer méretét, s ezáltal az ontológia pontosságát, de csak a számításigények növekedése árán, sőt nagyon könnyen el lehet jutni abba az állapotba, amikor már csak az emberi értelmezés számára használhatók az ontológiai egységek, s az ontológiahasználat célja már a szakértői (humán) szinten formálódó konszenzus keresése, elérése.

A Dolce terminológiában a fenti dichotómiára alkalmazhatónak vélik még a *finom-szemcsés* vagy *durva-szemcsés* ontológia (fine-grained vs. coarse), a *referencia* vagy *megosztható* ontológia (reference vs. shareable), illetve az *off-line* vagy *on-line* ontológia kifejezőpárokat.

\* \* \* \* \*

A MEO-projekt két éves működése során magunk is újra megtapasztaltuk azt a nyilvánvaló ténytet, illetve az ebből fakadó nehézséget, hogy a különböző szakterületi tudással, hitekkel, értékekkel rendelkező, eltérő szempontrendszereket érvényesítő szakemberek más és más ontológiát építenének fel egymagukban, s amikor közösen kell dolgozniuk és konszenzust formálniuk, akkor könnyen előfordulhat az, hogy nem tudják egymás világképét, ontológiai elköteleződéseit elfogadni. Ezért az ontológiaépítés menetére vonatkozó szabályok egyikeként azt rögzítettük, hogy a konszenzusra való törekvést nem lehet egy adott határon túl elvárni és előírni valamely konkrét ontológiaépítő folyamatban, s meg kell engedni (sőt, javasolni kell), hogy ilyen esetekben külön ontológiák szerkesztésébe fogjanak bele a másként gondolkodó felek.

## 1.2. Életciklus-menedzsment

A 2.9. munkafeladat az *életciklus-menedzsment folyamatok megtervezését* írta elő, amire azért volt szükség, mert az ontológiák világában is hasonló folyamatok indultak el, és ugyanolyan változások figyelhetők meg, mint az informatikai fejlesztések más területein. Az ontológiafejlesztések első hullámában magára az építkezés folyamatára koncentráltak elsősorban. Időre és tapasztalatra volt szükség ahhoz, hogy megérlelődjön az a felismerés, hogy az ontológiákkal kapcsolatos tevékenységet ugyanúgy (de legalábbis hasonlóan) kell értelmezni és szervezni, mint bármely más informatikai vonatkozású projektet, tehát szükség van arra, hogy a rendszerfejlesztés teljes életciklusára kiterjedjen a figyelem [2]. Ehhez a szemléletváltáshoz a MEO-projektnek is igazodnia kellett.

Az *életciklusmodellek* a szoftverfejlesztések megbízható, több ember munkáját egybefogó irányítására fejlődtek ki [9]. A kezdetekben széleskörűen használták a *vízésésmodellt*, amely alapján az életciklus legfontosabb szakaszait egymás után fűzve „lépésről-lépésre” viszik előre a fejlesztési folyamatot (egy lehetséges szakaszolás: ‘analízis-architekturális tervezés-részletes tervezés-kódolás-integrálás-tesztelés’). A vízésésmodell továbbfejlesztett változata a V-modell, amelyben mindegyik munkaszakaszhoz szorosan illesztik a tesztelési feladatokat, illetve a következő szakasz tervezésére vonatkozó teendőket. Az *inkrementális* vagy *prototípusmodell* alkalmazásakor az induláskor kevesebb követelményt rögzítve egy prototípust készítenek el, majd egyre több funkcionalitás megvalósulását előírva prototípusról-prototípusra haladnak előre a fejlesztésben. A korábbi életciklus-modellek hátrányait igyekeztek kiküszöbölni a vízésés- és prototípusmodellek integrációjával, aminek eredményeként létrejött a *spirálmodell* (egy lehetséges – iterációs jellegű – szakaszfelbontása: célok tisztázása, alternatívák megfogalmazása – alternatívák értékelése, kockázatelemzés – megvalósítás, tesztelés – értékelés, új ciklus indítása).

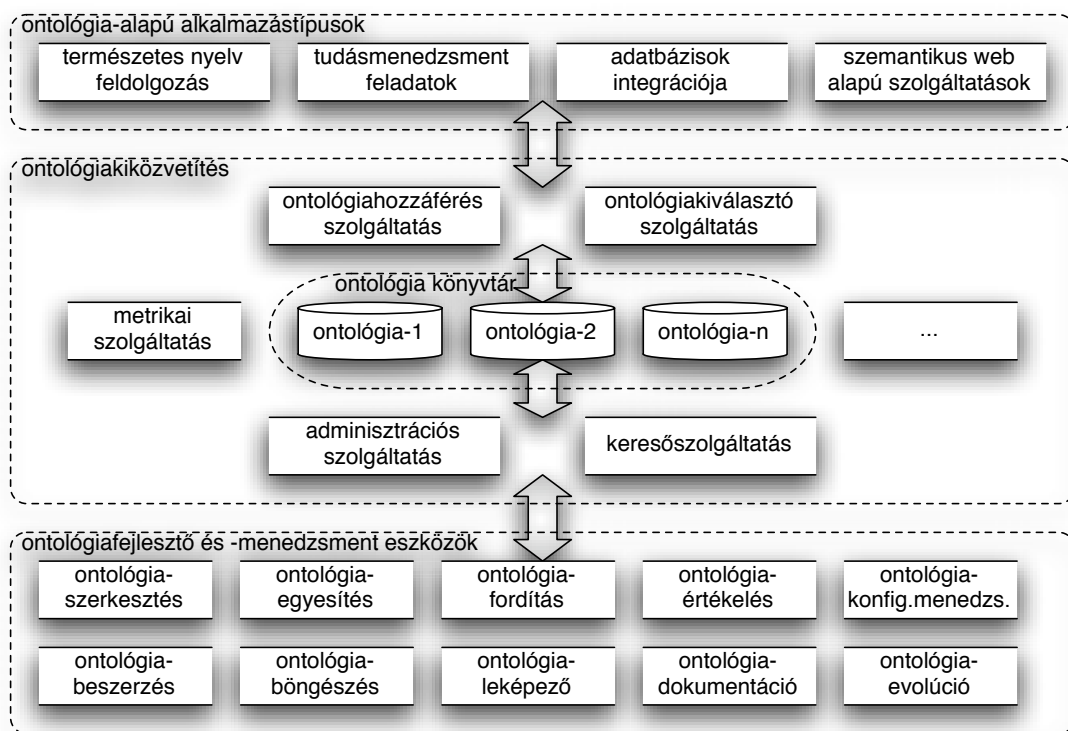
Az életciklusmodellek és -technikák alkalmazása nagy előrelépést jelentett az informatika egésze számára, de azért nem közel sem tudták minden informatikai vonatkozású projektben, területen egyaránt sikeresen bevezetni. Az informatika fejlesztések feladatai, jellegzetességei, részfolyamatai, kompetenciaelvárásai stb. ugyanis kisebb-nagyobb mértékben eltértek klasszikus szoftverfejlesztések világában megszokottakhoz képest – különösen a tudásintenzív informatikai alkalmazások területén. A szoftverekbe aktív tudáselemeket (módszereket, metódusokat, tudni hogyan/know how’ típusú tudásokat) kell befejlesztetni, amelyek nagyon gyakran a nagy informatikai rendszerek passzív tudásállományait (tudásbázisokba, adatbázisokba, tudásszervezési rendszerekbe, tezauruszokba, ontológiákba szervezett tudni mit/know what’ típusú tudásokat) képesek hasznosítani. A világról szóló tudásunkat tároló passzív tudástárak menedzselését – részben – eltérő szabályszerűségek mentén lehet végezni. Részben ennek köszönhető, hogy az informatika világában megjelent a tudásalapú rendszerek fejlesztésének szabályozására, szabványosítására irányuló CommonKADS módszertan [11].

A CommonKADS módszertan lelkét az életciklusmodell jelenti, amelyet hat részmodellel bontanak fel:

- szervezeti modell  
(annak a környezetnek a leírása, amelyben a tudásalapú rendszer működni fog)
- feladatmodell  
(a tudásalapú rendszer használati céljainak leírása: milyen feladat megoldására használják)

- ágensmodell  
(a feladatmodellben leírt ágensek, szereplők jellemzése)
- kommunikációs modell  
(az ágensek közti információcsere folyamatának leírása)
- szakértelem-modell  
(az ágensek problémamegoldó képességeinek jellemzése, az alkalmazási, illetve a problémamegoldási tudás)
- tervezési modell  
(a tudásalapú rendszerek építéséhez, fenntartásához szükséges tudásábrázolási, informatikai modellek)

Az ontológiaépítés és -használat sok mindenben eltér a „szabályos” szoftverfejlesztések és -használatok menetétől, de még a tudásalapú rendszerek világán belül is sajátos helye van (az ontológiaiépítési módszertanok, illetve az ontológiaépítő nyelvek összehasonlítását a projekt első szakaszában végeztük el, lásd: [14, 15]). Az ontológiák lehetséges használati helyzeteit összegyűjtve a CommonKADS módszertan szerint elkülöníthető összetevőket (illetve az ebből adódó feladatcsoportokat) az 5. ábrán mutatjuk be.



5. ábra. életciklus-menedzsment feladatok

Az ontológiákat tudásalapú informatikai rendszerekben alkalmazzák, amelyeknek a CommonKADS-részmodelljei nagyon erősen függnek a rendszer alkalmazási céljaitól. A MEO-projekt keretén belül mi az ontológiák építésének elveit, szabályszerűségeit, lehetőségeit kerestük, és – az egyetlen call centeres alkalmazás prototípus-fejlesztésétől

eltekintve – nem igazán foglalkoztunk az ontológiák tényleges használati lehetőségeivel, feladataival. A projekt fókuszja az egyedi ontológiák tervezésével, fejlesztésével, fordításával, változtatásával stb. kapcsolatos teendőkre irányult.

A MEO-projekt működéséből nagyon fontos az a tapasztalat, amit érdemes minden ontológiaépítő projektnek figyelembe venni a szakértelem-, ágens- és kommunikációs modellek felépítésekor, hogy az ontológiaépítési folyamat szereplői között nagyon *eltérő kompetenciával rendelkező szakemberek* vannak (kell, hogy legyenek). Emiatt az egyik legfontosabb (és egyben legnehezebb) feladat annak biztosítása, hogy mindenki olyan felületen, olyan módon érintkezhesse az ontológiával, hogy saját tudását maximális mértékben hasznosítani legyen képes. Ez azért is lényeges, mert az ontológiaépítés még messze van a gépi automatizmusok alkalmazásától, más szóval – megítélésünk szerint – még sokáig emberek végzik az ilyen jellegű feladatokat. Ebből a szempontból is felértékelődött a saját ontológiaszerkesztő alkalmazás fejlesztésének lehetősége, mert azt tapasztaltuk, hogy a jelenleg használatba vehető KOS-szerkesztők a kelleténél több informatikai, logikai tudást várnak el a felhasználóktól, akik – akár speciális szakterületi tudást, akár a legáltalánosabb tudást várjuk is el tőlük – egyre inkább laikusoknak minősíthetők az informatika, a logika világában.

Az ontológia azért különös informatikai termék, mert a fejlesztési, építési módszertanát tekintve *nem* (vagy csak kis mértékben) *függ az alkalmazási céloktól*. A célok természetesen komoly hatással lehetnek az ontológia konkrét tartalmára, sőt a használati célok az ontológiai elköteleződések, elfogultságokat, s ezáltal a fogalmak granularitását, terjedelmét pontosságát is jelentősen befolyásolhatják, de az ontológiaépítés módszertana ettől kevésbé változik.

Az ontológiák és az ontológiafejlesztések másik egyedi vonása, hogy mind a termék (az ontológia maga), mind a folyamat (az ontológia fejlesztése) nagyon erősen *moduláris* jellegű lehet. Ahogy a világ új jelenségeit mindig egy új fogalom létrehozásával és az új fogalomnak a már létező fogalmak rendszerébe illesztésével tudjuk megragadni, úgy az ontológiaépítés módszertana is követheti ugyanezt az utat. Ez a lehetőség pedig lényege szerint a moduláris kezelésmódot kínálja fel, hiszen a fogalmi struktúra minden pontján döntetünk úgy, hogy szükségünk van (vagy hogy nincs szükség) egy új fogalom vagy fogalmi struktúra definiálására, rendszerbe illesztésére.

A szoftverfejlesztési folyamatok gyakorlatához hasonlóan az ontológiafejlesztések területén is kiemelt figyelmet kell szentelni a verziókezelés jelenségéből adódó feladatoknak. Ehhez „csak” azt kell tudni, hogy egy ontológia különböző verziói nem jelentenek egyebet, mint hogy – azonos metastruktúra létezése mellett – különböző fogalmi és ismérvsztruktúra (eltérő axiómarendszer) áll rendelkezésre a tárgyszinten. A kérdés csak az, hogy milyen nagyságrendű eltérés esetén minősítsük különböző verzióknak az ontológia két eltérő állapotát. Elméletileg elképzelhető lenne az is, hogy minden egyes változtatás utáni állapotot önálló verzióknak minősítsünk úgy, hogy az állapotokat pontos időponthoz kövjük, és a verziószámok – mindig önkényes – kiosztása helyett a dátum jelenti az adott állapot verzióértékét. Természetesen ezt a megoldást lehetne kombinálni a hagyományos verziókezelési megoldással úgy, hogy a dátumok sorozatából bizonyos értékeket önálló verziószámmal jelölünk meg.

Amikor az ontológiák szerkesztéséről, fordításáról vagy akár böngészéséről, illetve több ontológia egyesítéséről vagy elemeinek egymásra képzéséről van szó, akkor informatikai értelemben nagyon hasonló és – a modularitás létezése miatt – „relatív” egy-

szerűen megoldható feladattal állunk szemben. Minden esetben arról van szó, hogy egy fogalmi struktúrában kell elemeket megtalálni, azok többi elemhez való viszonyát, a fogalmakhoz tartozó más fogalmakat és formulákat megmutatni, megváltoztatni. Az igazi különbség sokkal inkább az ontológiákat szerkesztő szakemberek fejében van, és inkább az a nagy kérdés és nehéz feladat, hogy miként lehet ezeket a különbségeket, eltéréseket jól kezelni. Amikor két önálló ontológiát vagy azok egy-egy részét kell valahogyan integrálni, egyesíteni, akkor két kérdést kell mindig tisztázni:

- mennyire egyezik vagy különbözik a metaszintű fogalmak rendszere?
- mennyire egyeznek vagy különböznek a modularitás elve mentén kooperáló szakemberek ontológiai elfogultságai?

Az első esetben, ha jelentősebb különbségek merülnek fel, akkor inkább két ontológiát kell fenntartani, menedzselni, mert nincs mód az ontológia modulok egyesítésére. A második esetben, ha a közel azonos ontológiai nézőponttal rendelkező szakemberek úgy kooperálnak, hogy az ontológia különböző részeit szerkesztik, akkor az kisebb gondot jelent, hogy ugyanazt a fogalmat, fogalomcsoportot másként definiálnák a szerkesztők, mert a modularitás miatt nem jelentkezik élesen a probléma, hiszen egymástól diszjunkt módon elválasztott területeken dolgoznak, tehát a genericitás, a fogalmi alá-fölérendelés elkülönült kezelése biztosított. Ezzel szemben komoly gondot okozhat az, hogy a fogalmak közötti más relációk deklarálása, tételezése miatt más tartományok, modulok fogalmaira kell hivatkozni. Éppen ezért meg kell állapítanunk, hogy az ontologiaszerkesztés jelen helyzetében az ontológiák életciklus-menedzselésének talán legnagyobb kihívása (és lehetősége) a résztvevők közötti kooperációs mechanizmusok megfelelő kezelése.

### **1.3. Kooperációs mechanizmusok**

Már a MEO-projekt pályázati anyagának megfogalmazásakor is arra gondoltunk, amit a projekt kétéves működése csak tovább erősített, hogy az ontológia-infrastruktúra megteremtésének és tetszőleges célú működtetésének bonyolultsága miatt a magyar nyelvterületen ontológiákat használni kívánó projekteknek arra kell felkészülnie, hogy a csúcsontológiát, az infrastruktúrát, illetve az illeszkedési, integrációs feladatokat érintő problémákat a mindenkori érintettekkel közösen próbálják megoldani. Ez a helyzet erős konszenzuskényszert „rak” az ontológiaépítő projektekre, aminek van egy – a döntési folyamatokkal kapcsolatos – koordinációs, kooperációs összetevője. Ahogy ez az ontológiameghatározás során kiderült, az ontológiaépítési folyamat egyik lényegi komponensének kell tartanunk azt az elvárást, hogy a konceptualizációnak a résztvevők konszenzusán kell alapulnia. Amennyiben nem ez a helyzet, akkor az ontológia használati értéke pillanatok alatt a nullára csökkenhet. Ebből az következik, hogy az ontológiamenedzsment minden pillanatában biztosítani kell a konszenzus megteremtésének és fenntartásának lehetőségét.

Ez a feladat voltaképpen egy konszenzuális vagy ahhoz valamilyen módon nagyon közelítő közösségi döntési mechanizmus érvényesítését kívánja meg. Másként szólva: emberek – sok esetben egymástól eltérő – véleményeire támaszkodva folyamatosan működtetni kell tudni egy véleményaggregálási eljárást, mechanizmust, melynek során egyetlen – közel konszenzuális – közösségi döntés meghozatalára van lehetőség. Kézenfekvő ezen a ponton a *társadalmi választások elméletére* hivatkozni, amely a választási-szavazási

helyzetek szabályszerűségeivel foglalkozik (az elméletről rövid áttekintést ad: [12]). Meg kell állapítanunk azonban, hogy a társadalmi választások elméletének eredményei nem vagy csak nagyon kis mértékben alkalmazhatók az ontológiaépítési folyamatokban. A legnagyobb nehézséget az a tény jelenti, hogy az ontológiaszerkesztési helyzetekben nem lehet feltétlenül igaz (illetve kívánatos) állításként fenntartani a társadalmi választások elméletének azon alaptézisét, miszerint minden résztvevő szavazata egyként és egynek számít. A konszenzust nem igazán lehet szavazási technikákkal elérni. A konszenzus-teremtés lényege a kompromisszumhozatal, a társadalmi választások elmélete viszont – gyakorlati szempontból vett elfogultságait tekintve – a többségi elv valamelyik formájának s nem a konszenzus (illetve kompromisszum) elvének az alkalmazásáról szól. Ez az előfeltévesbeli különbség a társadalmi választások elméletét gyakorlatilag alkalmazhatatlanná, inadekváttá teszi ezen a terepen.

Bizonyos esetekben persze azért – korlátozott módon – alkalmazhatók egyszerű többségi szavazási eljárások,<sup>3</sup> de lényegi pontokon aggályosnak kell tartanunk az ilyen metódusok használatba vételét.

Ha összegezzük (és felrajzoljuk), hogy az ontológiák építésekor, módosításakor, a különböző ontológiák egyesítésekor, importálásakor és exportálásakor, fordításakor, a különböző állapotok verzióinak kezelésekor stb. milyen típusú problémák merülhetnek fel, akkor egyetlen ábra segítségével is tudjuk jelezni (6. ábra), hogy az ontológiák menedzselésekor milyen problémákkal kell szembe nézni [8].



6. ábra. ontológiaintegrációs feladatok

<sup>3</sup>Amikor egyszerű nyelvi/fogalmi tesztekkel kell bizonyos megoldások eldöntésére használni, akkor lehetséges – például – egy egyszerű többségi eljárást alkalmazni.

Az 6. ábrán bemutatott potenciális problémahalmaz nagyobbik része olyan, hogy azok feloldását csak az érintett szakemberek közti konszenzuális megegyezéstől, jóváhagyástól remélhetjük. Ugyanoda lyukadunk ki tehát, mint korábban már többször: az ontológiákra vonatkozó konszenzusteremtés lehetőségeit kell biztosítanunk, de ezt – egyelőre – csak úgy tudjuk elérni, hogy emberek közti kommunikációt támogatjuk.

Az ontológia-infrastruktúra megteremtésének és tetszőleges célú működtetésének bonyolultsága miatt – megítélésünk szerint – még sokáig arra kell felkészülnie a magyar nyelvterületen ontológiákat használni kívánó mindenkori projekteknek, fejlesztéseknek, hogy a csúcsontológiát, az infrastruktúrát, illetve az illeszkedési, integrációs feladatokat érintő problémákat a mindenkori érintettekkel közösen próbálják megoldani.

## Hivatkozások

- [1] Stefano Borgo – Aldo Gangemi – Nicola Guarino – Claudio Masolo – Alessandro Oltramari: *Ontology roadmap*. wonderweb deliverable d15. Jelentés, 2002, WonderWeb.
- [2] Oscar Corcho – Mariano Fernández-López – Asunción Gómez-Pérez: *Methodologies, tools and languages for building ontologies. where is their meeting point?* 46. évf. (2003), *Data & Knowledge Engineering*, 41–64. p.
- [3] Thomas Gruber: *Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing*. In N. Guarino – R. Poli (szerk.): *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation* (konferenciaanyag). Deventer, The Netherlands, 1993, Kluwer Academic Publishers.
- [4] T.R. Gruber: *A translation approach to portable ontology specification*. 5. évf. (1993), *Knowledge Acquisition*, 199–220. p.
- [5] N. Guarino: *Understanding, building, and using ontologies: A commentary to "using explicit ontologies in kbs development"*, by van heijst, schreiber, and wielinga. 46. évf. (1997), *International Journal of Human and Computer Studies*, 293–310. p.  
URL <http://www.loa-cnr.it/Papers/vanHeijst.pdf>.
- [6] N. Guarino – P. Giarretta: *Ontologies and knowledge bases: Towards a terminological clarification*. In N. Mars (szerk.): *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing*. Amsterdam, 1995, IOS Press, 25–32. p.  
URL <http://www.loa-cnr.it/Papers/KBKS95.pdf>.
- [7] Nicola Guarino: *Formal ontology in information systems*. In Nicola Guarino (szerk.): *Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98* (konferenciaanyag). Trento, Italy, 1998, IOS Press, Amsterdam, 3–15. p.  
URL [www.ladseb.pd.cnr.it/infor/ontology/OntologyPapers.html](http://www.ladseb.pd.cnr.it/infor/ontology/OntologyPapers.html).
- [8] Michel Klein: *Combining and relating ontologies: an analysis of problems and solutions*. In A. Gomez-Perez – M. Gruninger – H. Stuckenschmidt – M. Uschold (szerk.): *Workshop on Ontologies and Information Sharing, IJCAI\_01* (konferenciaanyag). Seattle, USA, 4-5 August 2001.
- [9] Kondorosi Károly – László Zoltán – Szirmay-Kalos László: *Objektum-orientált szoftverfejlesztés*. Budapest, 1997, Computerbooks.



- [10] MEO: Meo, 1. munkaszakasz teljes jelentése. Jelentés, 2005, MEO-projekt. URL [http://ontologia.hu/meo/docs/meo\\_report\\_2005\\_1\\_full](http://ontologia.hu/meo/docs/meo_report_2005_1_full).
- [11] Molnár Bálint: Commonkads módszertan. Jelentés, 2006, MTA Információtechnológiai Alapítvány. URL [www.mtaita.hu/hu/Publikaciok/CommonKADS.PDF](http://www.mtaita.hu/hu/Publikaciok/CommonKADS.PDF).
- [12] Mészáros József – Szakadát István: *Választási eljárások - választási rendszerek*. Budapest, 1993, BME.
- [13] Willard Van Orman Quine: Arról, hogy mi van. In *A tapasztalattól a tudományig*. 2002, Osiris, 115–135. p.
- [14] Scriptum zRt.: Ontológiaépítési módszertanok összehasonlítása. Jelentés, 2005. 14., MEO. URL [http://ontologia.hu/document/paper/Ontologiaepitesi\\_ModszerTanok\\_tanul%manya.pdf](http://ontologia.hu/document/paper/Ontologiaepitesi_ModszerTanok_tanul%manya.pdf).
- [15] Scriptum zRt.: Ontológiaépítő nyelvek értékelése, elemző összehasonlítása. Jelentés, 2005. 1., MEO. URL [http://ontologia.hu/document/proj\\_doc/ontologia\\_epito\\_nyelv/Ontologian%yelvek.pdf](http://ontologia.hu/document/proj_doc/ontologia_epito_nyelv/Ontologian%yelvek.pdf).
- [16] J.F. Sowa: *Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations*. 2000, Brooks Cole Publishing Co.
- [17] P. F. Strawson: *Individuals. An Essay in Descriptive Metaphysics*. London and New York, 1959, Routledge.