

*

MEO

Magyar Egységes Ontológia

MEO-modellek és -elméletek

Szakadát István, Szóts Miklós, Gyepesi György
letölthető: <http://ontologia.hu/meo/meotheo>
NKFP-2/042/04. – 2006. december 18. – v.1.0.

MEO-modellek és -elméletek

1.0 verzió – MEO-projekt

A MEO-projekt megvalósítása során mindvégig igyekeztünk messzemenően figyelembe venni az ontológiaépítéssel foglalkozó szakmai közösség eredményeit. Két területen találtuk úgy, hogy a problémakör alaposabb kidolgozására lenne szükség ahhoz, hogy a projekt által kitűzött célokat elérhessük (másként: két probléma megoldásával kapcsolatban voltunk elégedetlenek a nemzetközi eredményekkel). Megítélésünk szerint sem a különböző ontológiamodellek, sem az azok alapján megvalósított ontológiák nem kezelik kielégítően a természetes nyelvek konstrukciói és az ontológiai egységek közötti kapcsolatrendszert, ezért a projekt során a MEO ontológiamodelljét úgy dolgoztuk ki, hogy a nyelvi és a fogalmi réteget gondosan elválasszuk egymástól (hogy aztán egyértelműen és könnyedén tudjuk illeszteni egymáshoz azokat). A nyelvi és fogalmi rétegek megkülönböztetésén túl annak is szükségét éreztük, hogy pontosan elválasszuk az ontológia tárgy- és metaaszintjeit egymástól. Mindkét szempont azt kívánta meg, hogy az ontológiamodellünket modulárisan építsük fel. Az alábbiakban ezt a réteges megközelítést, illetve a MEO-modell egyes moduljait mutatjuk be.

1. Nyelvi réteg

Az ontológiaépítés során törekedni kell arra, hogy tudatosan és explicit módon, illetve a lehető legegységesebben kezeljük az ontológia és a nyelv kapcsolatát. Ez a viszony kétféle értelemben is fontos. Egyrészt mind az ontológiaépítkezés, mind az ontológia-használat során meghatározó jelentőségű az a tény, hogy milyen *formális nyelvet* használunk. A kiválasztott formális nyelv döntően meghatározza azt, hogy az ontológia milyen kifejezőerővel rendelkezik, illetve a választott nyelv bonyolultságából fakadó számítási igények mentén milyen következtetési képességek várhatók el az ontológiától. Másrészt viszont mindvégig tudatosan kell elválasztani egymástól az ontológia fogalomkészletét, amely nyelvfüggetlen, illetve az ontológia használatához, emberi értelmezéséhez, interpretálásához szükséges nyelvi szótár egységeinek halmazát, amelyet – értelemszerűen – nyelvfüggő erőforrásnak minősíthetünk. Azt persze rögzítenünk kell itt, hogy a fogalmi réteg nyelvfüggetlensége a természetes nyelvektől való függetlenséget jelenti, de természetesen a fogalmi réteg egységeit is egy kiválasztott formális nyelven fejezhetjük ki.

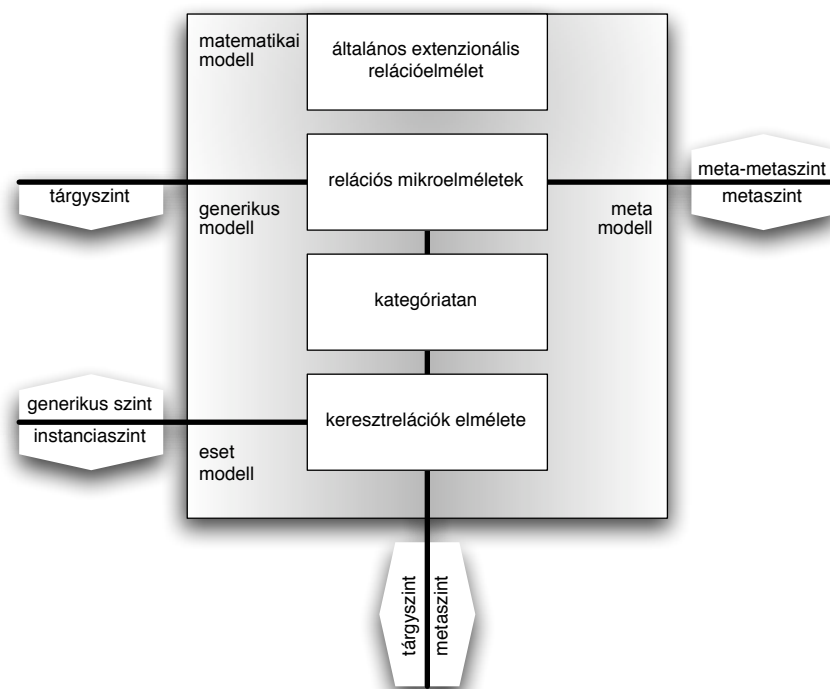
A fenti kettősségnek megfelelően a MEO-modellben elkülönítettük a *fogalmi* és a *nyelvi réteget* egymástól. Természetesen amíg a fogalmi réteg valóban egyetlen rétegnek tekinthető (a nyelvfüggetlensége miatt), addig a modell nyelvi rétege annyi részből, al-rétegből áll, ahány nyelven hozzá szeretnénk rendelni nyelvi elemeket a fogalmi réteg egységeihez. (A nyelvi réteg legfontosabb fogalmait, a köztük definiált kapcsolatokat a projekt harmadik szakaszában mutattuk be [13].)

2. Fogalmi réteg

Az ontológiaépítés lényege a fogalmi réteg elemeinek, illetve a köztük levő kapcsolatok meghatározása, és ezt a feladatot is lehet, érdemes szintekre, modulokra tagolva végezni.

A fogalmi réteg kibontásához szükségünk van egy *meta-metaszintre*, ahol a reláció fogalmának matematikai értelmezését adhatjuk meg. A meta-metaszint elkülönítése – megítélésünk szerint – minden ontológiaépítés számára elengedhetetlen feladat. Erre a szintre hivatkozhatnak a *tárgyszinten* felvett fogalmak, melyeket az ontológiaépítés során lehet szabadon felvenni, illetve az ontológiatervezés során rögzített, a tárgyszinten használható, de nem változtatható fogalmakat tartalmazó *metaszint*. A tárgyszintet fel kell még osztani – a metaszint fogalmi distinkcióinak megfelelően – az *univerzáléfogalmak* és a *partikuláréfogalmak* szintjére, melyek modelljét az előbbi esetben a *generikus modell*, utóbbiban az *esetmodell* segítségével rögzíthetjük.

A különböző rétegek természetesen sok szálon összekapcsolódnak egymással. A tárgyszint, a metaszint és a metametaszint egymásra épülő rendszerkomponensei egymásra hivatkozó, egymást feltételező fogalmakat tartalmaznak. A rétegek közötti kapcsolatokat, metarelációkat mindig a „magasabb szint” ismertetésekor mutatjuk be. Az egyes szinteken, rétegekben különböző kiterjedtségű és erősségű elméleteket fogalmazhatunk meg, melyek „elhelyezkedését” a fogalmi réteg szintjeivel, alrétegeivel együtt az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra. a MEO-modell rétegei

A meta-meta szinten a reláció matematikai fogalmát lehet kibontani egy *extenzionális relációelméletet* (*Extensional Relation Theory – ERT*) segítségével. A metaszinten kell definiálnunk azokat a metafogalmakat, amelyek az ontológiatervezés során kerülhetnek be az ontológiamodellebe. Ezek a metafogalmak a tárgyszinten már nem változtathatók.

Három részelméletet különíthetünk el a metamodellre támaszkodva: a meta- és tárgy-szintű fogalmak között érvényes relációkat leíró *keresztrelációk elméletét*, az ontológia csúcsgozalmait rögzítő *kategóriatant* és a tárgy-, meta- és matematikai szintre is „belógó” *relációs mikroelméletek rendszerét*.

2.1. Meta-metaszint: matematikai modell

Az ontológiaépítéshez mindig valamilyen *predikátumlogikai nyelvet* kell választanunk. Ebből következően akármelyik szintjén, akármelyik rétegében legyünk is az ontológiánknak, mindig szükségünk van a formális nyelv egyik szabad elemét jelentő *predikátum* (vagy másként *reláció* mint nem-logikai konstans), illetve a másik szabad formális nyelvi komponens, az *individuumkonstans* (illetve *individuumváltozó*) metafogalmára [6]. A meta-metaszinten a reláció fogalmát, illetve annak matematikai tulajdonságait kell leírunk egy relációelmélet keretében [18]. Ha a reláció fogalmát matematikai szinten elemezzük, akkor az ontológia alapfogalmai és alaprelációi közül egyelőre csak a *gyűjtemény* (vagy *halmaz*, esetleg *osztály*), az *individuum* és a köztük levő *elem* (\in) reláció felvételére van szükség [2]. Ezen a szinten még elégséges, hogy a relációt extenzionálisan értelmezzük.

2.1.1. Extenzionális relációelmélet

A matematikai (meta-metaszinten) felépíthető relációelméletnek egyrészt rögzítenie kell, hogy a relációnak szerkezeti és tartományi kötöttségei lehetnek, vagyis foglalkoznia kell az aritás, az értelmezési tartomány (domain) és az értékkészlet (range) kérdéseivel, másrészt le kell írnia a relációk *algebrai tulajdonságait*, az ezek között érvényes kényszereket, tételeket, a relációtulajdonságok segítségével meg kell adnia az alapvető – matematikai szinten értelmezhető – *relációtípusokat*, végül a függvény, majd a *művelet* mint speciális reláció fogalmaira támaszkodva hasznosítania kell a *relációalgebra* axiómáit, tételeit. Az extenzionális relációelmélet formuláit külön dokumentum tartalmazza: [18].

Mivel a Szemantikus Web Kezdeményezés környékén saját ontológialeíró nyelvet teremtettek (az OWL-t), ezért arra törekedtünk, hogy megteremtsük és megmutassuk a kapcsolatot az extenzionális relációelméletünk és az OWL elemei között.¹

2.2. Metaszint: metamodell

A formális ontológiákban a világ dolgaira vonatkozó fogalmainkat próbáljuk meg leírni, rendszerezni, formalizálni. Mielőtt az ontológiaépítési munkákba kezdenénk, meg kell tudnunk mondani, milyen típusú fogalmakat fogunk használni. Ezt az ontológiamodell metaszintjén kell megtennünk. Ugyancsak a modell metaszintjén kell definiálnunk a legfontosabb ontológiai metafogalmakat. Az ontológiaépítéshez kiindulásként a három alapfogalomra van szükségünk: az *individuum*, az *univerzálé* és a *gyűjtemény* fogalmaira [2], és természetesen meg kell határozni a köztük értelmezhető relációfogalmakat is. Ezeket a relációkat tartalmazza (más egyebek mellett) a *keresztrelációk elmélete*. Azért nevezzük ezeket keresztrelációknak, mert a különböző ontológiai szinteket „jellemző” en-

¹ Az OWL, az alapját jelentő leíró logia (DL) és a Szemantikus Web program áttekintését adja: [23]

titások között értelmezhetjük őket, vagyis eltérő rétegeken, szinteken keresztül „átnyúlva” léteznek.

2.2.1. Keresztrelációk elmélete

A filozófiai, ontológiai szakirodalomban régóta használt, széles körben elterjedt a *partikuláré-univerzálé* fogalomkettős, bár a két terminus helyett – különösen a filozófián túli tudásterületeken – gyakran használnak más kifejezéseket. Amíg partikuláré, illetve az *individuum*, az *instancia*, az *előfordulás*, az *elem*, a *példány* terminusaival mindig a világ valamilyen egyedi, minden mástól elkülöníthető dologára hivatkozunk, addig a univerzálé, illetve a *concept*, a *property*, az *osztály*, a *típus* terminusaival mindig valamely jellemző mentén közös dolgok csoportját, gyűjteményét jelöljük. Nem szokás azonban használni a *gyűjtemény* vagy a *halmaz* terminusát az univerzálé helyett, és ez a mozzanat felveti annak szükségességét, hogy a partikuláré-univerzálé kettős mellé felvegyük a gyűjtemény fogalmát is, és persze tisztázzuk a három ontológiai alapfogalom egymáshoz való viszonyát [2].

Bár az elem és az individuum halmazelméletéhez közelebb álló terminusok, a MEO-modellen belül nem teszünk különbséget a partikuláré szinonímái között (bár azért leggyakrabban a partikuláré és az individuum terminusokat fogjuk használni). Helytelennek tartjuk viszont a *concept*, az *osztály* vagy a *property* terminusok használatát az univerzálé fogalma helyett, ezért az univerzálé szinonimájaként csak a *típus* terminusát tartjuk elfogadhatónak. A kérdés tehát az, hogy mi a különbség az *individuum*, az univerzálé és a *gyűjtemény* fogalmai között?

Mivel a világban létező dolgok leírására alkalmas fogalmainkat akarjuk valahogyan tipizálni, ezért legelőször a partikuláré (*individuum*) és univerzálé fogalmait kell meghatározunk. Ezt egy speciális metarelációval, az *instanciálás* (példányosítás) relációval tehetjük meg. Ezt a definíciót használják a jelenkori filozófusok [12], de ezt az értelmezést veszi át a Dolce is [7]. Az *instanciálás* metarelációval azt fejezhetjük ki, hogy egy fogalommal leírt „dolognak” mennyi példánya lehetséges a világban. Ha a fogalommal leírt dolog csak „egymagában” létezik, tehát nincsenek példányai, legfeljebb csak annyit mondhatunk, hogy „önmaga példánya”, akkor beszélünk a partikuláré fogalmáról. Ezzel szemben az univerzálé fogalmával olyan dolgot illetünk, amelynek lehetséges több példánya is. Mondhatjuk azt is, hogy a partikuláré az *instanciálás* metareláció jobbról egyértelmű szűkítése, míg az univerzálé e szűkítés komplementere. A három eddig tárgyalt fogalmat [7] alapján a következő formulákkal írhatjuk le.² Először az *instanciálás* relációt definiálhatjuk:

€

(1) *asymmetric* \wedge *aneuclidean*

instanciája reláció (HUN) – előfordulása reláció (HUN) – példánya reláció (HUN) – occurrence of relation (ENG) – instance of relation (ENG)

²Az *instancia* reláció definiálásához Gangemi és társai az *antitranszitiv* relációtulajdonságot használják fel, amit a MEO Extenzionális Relációelméletében – a tartalmának változatlanul hagyásával – átneveztünk *aneuklideszi* tulajdonságnak.

Az instanciálás reláció segítségével már meghatározhatjuk a partikularé és az univerzálé fogalmait is:

PARTICULAR

$$(2) \quad \forall x(\text{particular}(x) \leftrightarrow \neg \exists y(y \in x))$$

partikularé (HUN) – individuum (HUN) – particular (ENG) – individual (ENG)

UNIVERSAL

$$(3) \quad \forall x(\text{universal}(x) \leftrightarrow \neg \text{particular}(x))$$

univerzálé (HUN) – universal (ENG)

Van tehát három alapvető metafogalmunk, köztük az instanciálás reláció, de amikor továbblépünk, figyelni kell arra, hogy nem szabad azonban összekevernünk az instanciálás metarelációt azzal a relációval, amit a partikularé és az univerzálé fogalmi között értelmezhetünk és aminek az *instanciája* nevet adhatjuk.³ Bár az instanciája reláció nagyon hasonlít az eleme relációhoz, mégsem lehet azonos vele, mivel másfajta fogalmak között értelmezzük. Amíg az eleme reláció egy individuum (partikularé) és egy gyűjtemény (halmaz) közötti reláció, addig az instanciája reláció egy partikularé és egy univerzálé között áll fent [2, 7]. A meglevő különbségek miatt tehát egymástól különböző relációnak kell tartanunk őket, de a meglevő hasonlóságok miatt az eleme reláció jeléhez (\in) hasonló szimbólummal jelöljük az instanciája metarelációt (\in). Az instanciája relációban van valamilyen intenzionális kapcsolat, ami teljesen hiányzik a halmaz és elemei között fenntartott eleme relációból. Ezért van szükség az univerzálé fogalma mellé felvenni a gyűjtemény kategóriáját, hogy az individuumok és a gyűjtemények közti extenzionális kapcsolatot kifejezhessük az eleme reláció alkalmazásával.

A három fogalomtípus eltérő minőségét szemléltethetjük az időbeli „viselkedésükkel”. Az individuumok elveszthetik részeit vagy épp új részeket „szerezhetnek” (az ember sejtjei folyamatosan elhalnak, illetve megszületnek). Az univerzálék is hasonlóképpen viselkednek, csak nem a részeit, hanem a példányaikat veszíthetik el vagy nyerhetnek újakat belőlük. A gyűjtemény (a halmaz) viszont mindig az elemei, összetevői (vagyis az individuumok) által azonosítható, ezért nem lehetséges, hogy különböző időpontokban különböző elemei legyenek.

Van tehát három ontológiai metaegységünk, melyek között különböző relációkat értelmezhetünk. Párat már korábban említettünk, de most érdemes egybegyűjteni az összes lehetséges (lényeges) kapcsolatot. A következő táblázatban először felsoroljuk azokat a kapcsolatokat (1-8. sor), amelyek a három entitás típus között léteznek a partitivitás atommentes (részhalmaz-szerű) és atomos (eleme-szerű) relációtípusa, illetve a genericitás szerint [2]. Ezt kiegészítjük a feltüntetett relációk fontosabb inverzeivel (1-10, 4-9, 7-11, 5-12).

³A két alapfogalomhoz hasonlóan szinonimitás (vagyis többszörös terminushasználat) jellemzi az alapfogalmak közötti relációkra vonatkozó terminológiát is. Az instanciája reláció helyett használható lenne még az *előfordulása* vagy a *példánya* reláció megnevezés is.

	reláció	jele	bal-argumentum	jobb-argumentum
1	individuumrésze	\leq	individuum	individuum
2	eleme	\in	individuum	gyűjtemény
3	instanciája	\in	individuum	univerzálé
4	faja	\sqsubseteq	univerzálé	univerzálé
5	univerzálérésze	\triangleleft	univerzálé	univerzálé
6	extenziója	\oplus	gyűjtemény	univerzálé
7	gyűjteményrésze	\subseteq	gyűjtemény	gyűjtemény
8	partíciója	\ni	gyűjtemény	individuum
9	neme	\sqsupseteq	univerzálé	univerzálé
10	individuumegésze	\geq	individuum	individuum
11	gyűjteményegésze	\supseteq	gyűjtemény	gyűjtemény
12	univerzáléegésze	\trianglerighteq	univerzálé	univerzálé

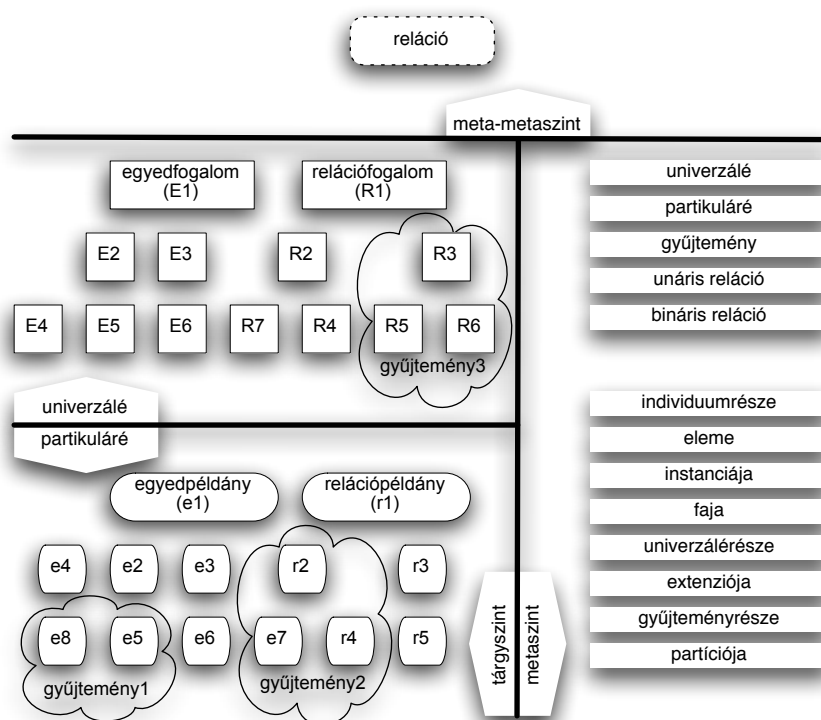
A metasztintű keresztrelációkat önálló szimbólumokkal jelöljük, és a relációk argumentumait infix-módban adjuk meg (tehát a két argumentum közé tesszük a relációjelet). A fenti relációk – legalább az időhöz való viszonyukban – különböznek egymástól, és különböző erősségű formulákkal írhatók le (ezeket itt nem mutatjuk be, részletesen kibontva lásd: [2]).

A táblázat az ontológiák nagyon fontos metareláció-típusait mutatja be, de jelezniük kell azt is, hogy egy nagyon fontos reláció hiányzik a felsorolásból. Az *intenzió* kategóriája – az extenzió mellett – a fogalmak nélkülözhetetlen „tartozéka”, amit – ennek ellenére – a kortárs ontológiák és ontológiaelméletek egyike sem tud (vagy akar) megragadni. Ez persze nem véletlen, hiszen az intenzió, vagyis a fogalmak jelentését, tartalmát kifejező bármilyen állítás, tehát „tetszőleges” logikai formula lehet, amit eddig még nem sikerült egyetlen metafogalomtípushoz rendelni. Mi sem tudjuk formalizálni és a modellbe építeni ezt a fogalmat, de fontosnak tartjuk, hogy egyrészt azért jelezzük a hiányát, másrészt rögzítsük a lehetséges argumentumait: az ‘intenziója’ reláció (jele: \oplus) egy formula és egy univerzálé között teremt kapcsolatot.

Az univerzálé és a partikularé (illetve a gyűjtemény) kategóriái mellett – még mindig a metasztinten maradva – szükségünk van egy másik fontos fogalmi megkülönböztetésre is. A matematikai szinten definiált legáltalánosabb metafogalmunk, a reláció fogalmához a meta-metasztinten hozzákapcsoltuk az extenzionális relációelméletet, melyből két relációtípust „lehozhatunk” a metasztintre és deklarálnak az *unáris reláció* és a *bináris reláció* metafogalmait (meg kell jegyeznünk, hogy ez a dichotómia még mindig szintaktikai meghatározáson alapul, tehát ezek miatt sem kell semmiféle plussz ontológiai elkötelezettséget vállalnunk).

Az unáris és a bináris reláció két fogalomtípusát messzemenően hasznosíthatjuk a tárgyszintű építkezésben, hiszen a bináris reláció metafogalma adja a tárgyszint *relációfogalmának* típusát, az unáris reláció metafogalmat pedig a tárgyszinten az *egyedfogalomnak* feleltethetjük meg (mint a tárgyontológia két legfelső kategóriáját).

Ha az eddig bemutatott dimenziókat egymásra vetítjük, akkor meghatározhatjuk az ontológia tárgyszintjének legfontosabb metafogalmait. Az univerzálé-partikularé kettősség mentén választhatjuk el egymástól a modell generikus, illetve instanciális szintjét, míg az egyed- és relációfogalmak (vagyis az unáris és a bináris reláció metafogalmak) segítségével megadhatjuk a tárgyszint generikus és instanciális hierarchiájának két-két csúcselemét. A generikus szinten tehát lehetnek egyedfogalmaink és relációfogalmaink, az instanciszinten pedig előfordulhatnak egyedpéldányok és relációpéldányok, és természetesen a gyűjtemények mindkét szinten összefoghatnak univerzálékat és partikularékat egyaránt. A négy ontológiai réteg, a metafogalmak és a köztük levő meta-relációk, valamint a tárgyszint legfontosabb összetevőit mutatjuk be a 2. ábrán.



2. ábra. a MEO-modell alapfogalmai

2.2.2. Egyéb formális relációk

Az előző részfejezetben tárgyalt metafogalmak minden ontológiához nélkülözhetetlenek. Úgy is mondhatjuk, hogy ezek a metafogalmak jelentik az ontológiai elkötelezettségek minimális szintjét. Vannak azonban olyan metafogalmak is, amelyek szintén metaszinten értelmezhetők, de a státusuk már – valamilyen szempontból – már jelentős mértékben eltér az előzőektől. Vagy már nem mindenki által vállalható ontológiai elkötelezettséget kívánnak meg, vagy még nem (vagy kevésbé) szervezhető – legalábbis egyelőre – formális elméletbe. A következőkben rövid utalásokat teszünk a legfontosabb effajta metarelációkra.

A része-egésze, *partitív relációpár* minden ontológia nélkülözhetetlen tartozéka, amelyre léteznek magasan formalizált elméletek (különböző erősségű *mereológiák*, *mereotopológiák*), de eltérő intuíciók, ontológiai elkötelezettségek mentén más és más axiómakészletet lehet választani, vagyis már sokféle viszonyt lehet kialakítani vele kapcsolatban. Fontossága miatt a *partitív alárendeltje* (a *része*) relációtípus értelmezését, a fogalom axiómáit külön kezeljük és a relációs mikroelméletekkel foglalkozó projektdokumentumban mutatjuk be [19].

Ha le akarjuk írni egy belső szerveződéssel rendelkező entitás struktúráját, erre nem elégséges csak a partitív reláció, szükség van még a *összekapcsolódás* (connection) relációjára is. Ezt a következőképpen definiálhatjuk.

CONNECTION

(4)

$$\forall x \forall y \forall z (\text{connection}(x, y) \rightarrow \text{symmetric}(x, y) \wedge (P(x, y) \rightarrow (\text{connection}(z, x) \rightarrow \text{connection}(z, y))))$$

összekapcsolódás reláció (HUN) – konnekción (HUN) – connection relation (ENG)

Ugyancsak fontosnak kell minősítenünk a *lokáció* (location), illetve a *függőség* vagy *dependencia* (dependence) relációkat is, melyek formalizálását lásd: [7]. Utóbbit kiemelt jelentőségűnek tartjuk az ontológiák kezelésével kapcsolatos folyamatokban, noha a gyakorlatban még sok megoldandó feladat van a fogalommal kapcsolatban.

Az ontológiaépítés egyik, még nem megoldott, kérdése az, hogy miként tudjuk a genericitás mentén egymás terjedelmébe sorolt fogalmak és a fogalmak intenzióját, tartalmát adó ismervek, tulajdonságok közötti viszonyt megragadni, formalizálni. Már a MEO-projekt indulásakor célul tűztük ki, hogy meg kell próbálnunk azt az arisztotelészi duális megközelítést megvalósítani, amely nemcsak a fogalmak egymáshoz való viszonyát fejezi ki a fogalmi struktúrák építése során, de mindeközben folyamatosan rögzíti a fogalmakhoz rendelhető ismertetőjegyeket is (ebben a „folyamatban” kulcsszerepe van az arisztotelészi *differentia specifica* fogalmának).

A MEO-projekt egyik munkacsoportjában éppen ezért belekezdünk a szokásos építkezési módszerekkel „ellentétes” gondolkozási és fogalomstrukturálási metódusba. A filozófiában a troposz-, illetve dependenciaelméletek megközelítésére és fogalomkészleteire támaszkodva elkezdünk egy ilyen irányú formalizálást [27, 28]. Ebben a megközelítésben a legfontosabb reláció a dependenciareláció, melyet az instanciája metareláció segítségével definiálhatunk.

Legyen A, B az ontológia két tetszőleges fogalma (pl. a felületelőfordulások, illetve a színelőfordulások fogalmai). Ekkor az \oplus dependenciareláció fogalmát (A és B között) az alábbi módon definiálhatjuk:

\oplus

$$(5) \quad \Box \forall x(x \in A \rightarrow \exists! y(y \in B \wedge \oplus(x, y)))$$

dependencia (HUN) – dependenciareláció (HUN) – függőségi reláció (HUN) – dependence relation (ENG)

Szabad szöveggel kifejezve: *szükségszerű*, hogy A bármely x instanciájához található B egy (és csak egy) olyan y instanciája, hogy $x \oplus$ -viszonyban áll y -nal.

A dependencia’ metafogalom intenzionális karakterét a \Box szükségszerűségoperátor jelenléte biztosítja, így a szükségszerűség különböző fokozatainak figyelembe vételével különböző erősségű dependenciaviszonyokhoz jutunk. A fentiekben a szín–felület kapcsolat esetében az ún. metafizikai szükségszerűség egy példáját láttuk. Ez a szükségszerűség rendkívül erős, már-már logikai erejű. Tekintsünk most egy gyengébb szükségszerűség típust és egy rá alapozott dependenciaviszonyt: ha például \Box -t mint „a biológia törvényszerűségei szerint szükségszerű, hogy” jeleként értelmezzük, valamint A -t a férfiak, B -t a nők típusával azonosítjuk, akkor az alábbi állítás igaz lesz:

$$\Box \forall x(x \in \text{FÉRFI} \rightarrow \exists! y(y \in \text{NŐ} \wedge \text{ANYJA}(x, y)))$$

ám a következő állítás hamis:

$$\Box \forall x(x \in \text{FÉRFI} \rightarrow \exists! y(y \in \text{NŐ} \wedge \text{TESTVÉRE}(x, y)))$$

azaz az ANYJA reláció dependenciareláció lesz a FÉRFI és NŐ típusok között — mert biológiailag szükségszerűen minden férfinak (általában pedig: minden embernek) van anyja —, de a TESTVÉRE nem, hiszen biológiailag nem szükségszerű, hogy egy férfinak legyen nővére vagy húga. A példa tanulsága az, hogy a \Box erősség szerinti indexelésével a dependencia különböző

fokozataihoz juthatunk, ami lehetővé teszi a zökkenőmentes átmenetet a legáltalánosabb fogalmi struktúrák leírásától a szaktudományok sajátos domainjeinek leírásáig.

Megjegyezzük, hogy ha R -et az azonosságnak választjuk, akkor a kapott

$$\begin{aligned} \square \forall x(x \in A \rightarrow \exists! y(y \in B \wedge x = y)) &\iff \\ \square \forall x(x \in A \rightarrow \exists! y(x \in B)) &\iff \\ \square \forall x(x \in A \rightarrow x \in B) & \end{aligned}$$

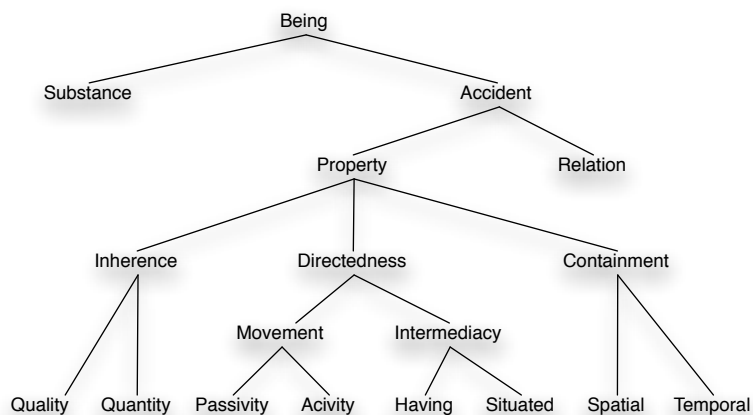
formula a jól ismert *generikus alárendeltje* (\sqsubseteq) relációt adja A és B között. Valóban, az azonosságot felfoghatjuk a dependencia *triviális* formájának, hiszen bármely entitás tautologikusan dependál saját létezésén.

A dependenciareláció segítségével aztán – más és más erősséggel és általánossági fokozattal rendelkező – tulajdonságfogalmakat definiálhatunk, amelyekkel különböző szinteken jellemezhetjük az ontológiánkba felvett fogalmakat (erről bővebben lásd a projekt két dokumentumát: [28, 27]).

2.2.3. Kategóriatan

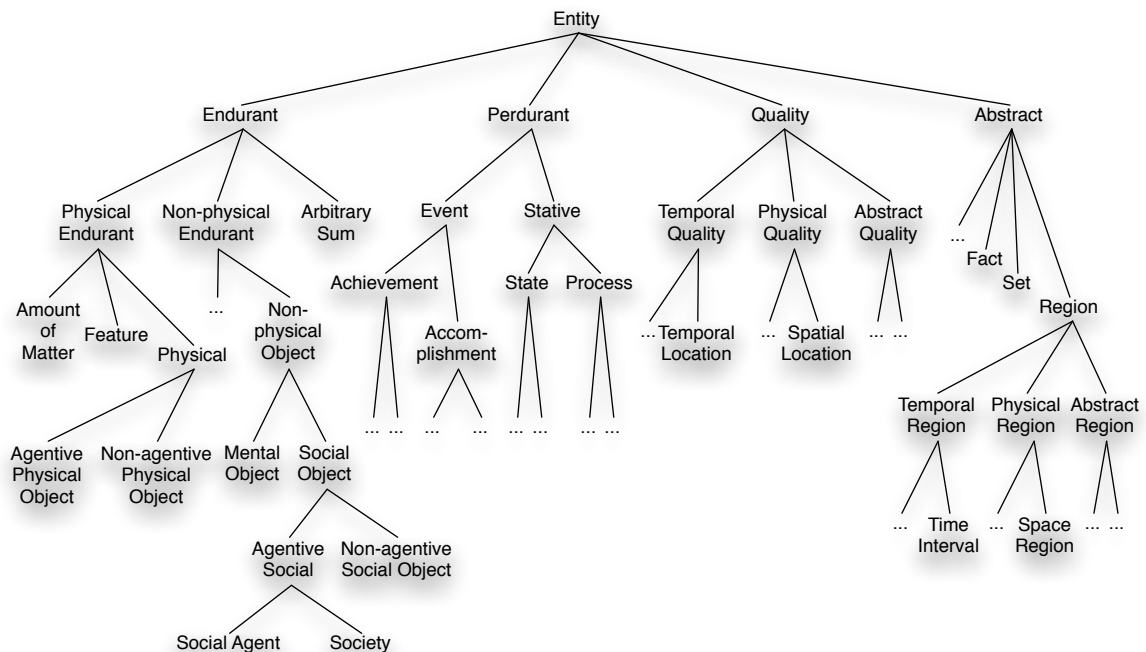
A meta-metaszint és a metaszint metafogalmai és a tárgyszint fogalmai abban térnek el jelentősen egymástól – persze mindig csak egy adott rendszeren belül –, hogy az ontológiaépítők számára a tárgyszint fogalmai szabadon szerkeszthetők, addig a metaszintek fogalmai rögzítettek, nem szerkeszthetők. Az ontológiatervezés során a metaszint fogalmait a tervezők ontológiai elkötelezettségeinek megfelelően – tudatosan vagy nem tudatosan – rögzülnek a felállított, működtetett ontológiai modellben. Az ontológiatervezés folyamatában azonban szükség van egy olyan fázisra is, amikor az ontologiaszerkesztők eldöntik, hogy az ontológiájukban milyen legfelső szintű fogalmakat, vagy másként kategóriákat használnak. Természetesen ez is mélyen ontológiai elkötelezettségek függvénye, csak ezt a munkát már a tárgyszinten kell elvégezni. Bizonyos értelemben a kategóriák is rögzítve vannak egy adott rendszeren belül (megl lehet ugyan változtani őket, de ebben az esetben már pontosabb lehet másik ontológiáról beszélni), ezért érdemes őket „átmeneti, köztes” fogalmakként kezelni.

Kategóriatanból sok van mind a filozófiatörténetben, mind a jelen informatikai praxisában, hiszen a szigorú értelemben vett csúcsontológiák mindegyike egy-egy kategóriatanak felel meg. A legelső kategóriarendszer Arisztotelész nevéhez kötődik, melyet a 3. ábrán látható fával rekonstruáltak.



3. ábra. Arisztotelész kategóriái (Porphüriosz fája)

A MEO-projekt kezdetén összegyűjtöttük a legfontosabbak csúcsontológiákat (SUMO [16], Dolce [4], OpenCyc [3] WordNet [29], EuroWordNet [5], Sowa [15], Basic Formal Ontology/BFO [1]). A kortárs ontológiák közül – megítélésünk szerint – legjelentősebbnek a DOLCE minősíthető, amelynek csúcselemeit a 4. ábrán mutatjuk be.



4. ábra. a DOLCE kategóriái

Nem célunk sem a DOLCE, sem más ontológiák csúcskategória-rendszereinek elemzése, ezért itt csak – egyetlen szempontra koncentrálna – annyit említünk meg, hogy számunkra nem látszik teljesen konzisztensnek a DOLCE tervezőinek megoldása. A DOLCE-ben a gyökérelem (az ‘Entity’) alatt ugyanis az alábbi csúcselemek találhatók:

- absztrakt (Abstract)
- minőség (Quality)
- endurant (Endurant)
- perdurant (Perdurant)

A probléma az, hogy bár látszólag két – a filozófiatörténetben elfogadott és széleskörben alkalmazott – dichotómiához igazodnak, de ezt nem teszik meg teljeskörűen, mert amíg az endurant-perdurant (continuant-occurrent) fogalompárt átveszik, addig az absztrakt-konkrét kettősségből csak az előbbi kategória kerül be a DOLCE legfelső szintjére. Továbbá ugyan érthető az is (a gárdenforsi elméletre való hivatkozás miatt), miért kerül fel a DOLCE legfelső szintjére még a minőség (Quality) kategóriája, de nem lehet tudni, milyen dimenzió mentén s milyen társkategóriák közül (s főként, hogy miért csak ez az egy fogalom) lett kiválasztva. A DOLCE tervezői láthatólag nem vették figyelembe azt a módszertani ajánlást, miszerint olyan csúcskategóriákat érdemes felvenni, amelyek – valamely dimenzióban – biztosítják azt, hogy a tárgyalási univerzum teljes le legyen fedve az azonos szinten egymás mellé rendelt kategóriákkal [25].

A MEO legfelső kategóriái – megítélésünk szerint – megfelelnek a jelzett módszertani elvárásnak, ráadásul tartalmukat tekintve nagyon közel vannak a DOLCE megfelelő alapkategóriáinak tartalmához [26]. A MEO kategóriátana két dimenzióban osztja fel a csúcshalmazokat, és a konkrétság dimenziója mentén az absztrakt-eltont értékeket, illetve a fizikai világtól három alapkategóriáját teszi fel a fogalmi struktúra tetejére, vagyis az alábbi kategóriákat különbözteti el:

- anyagszerű
- energiaszerű
- információszerű
- eltont
- konkrét

Akárhogy is oldottuk meg a MEO fogalmi struktúrájának legfelső rétegét, az ontológiaépítési munkák számára nem ezt tartjuk – a jelen pillanatban – igazán fontos mintának. Inkább annak tudatosítását tartjuk most lényegesnek, hogy a kategóriatan elemeinek és ezek egymáshoz való viszonyának megállapítása mindig az ontológiai tervezők ontológiai elkötelezettségeitől, elfogultságaitól függ, amelyek természetesen ontológiáról ontológiára, személyről személyre, időről időre változhatnak.

Minden kategóriatanon belül fel kell venni valamilyen gyökérfogalmat. Erre még annyira sincs egységes terminológia az ontológiaépítő közösségen belül, mint a többi (ennek alárendelt) kategória esetében. A MEO-ban a ‘valami’ csúcshalmazát vettük fel (az ellentétének számító semmi’ metafogalmával együtt).

2.2.4. A klasszifikáció módszertana

A kategóriatan szerveződési elveivel kapcsolatos szabályokra, elvárásokra az előző fejezetben már tettünk egy utalást, s itt újra jeleznünk kell, hogy mind a kategóriatan kifejtése, mind a tárgyszintű ontológia építése során megfelelő módszertani elvekhez, kényszerekhez kell igazodnunk. Az ontológiaépítés módszertanának egyik legfontosabb eredménye az OntoClean módszertan [8], amelyet a MEO-projekt során mindvégig kiemelt figyelemmel kezeltünk [24]. Ezt a módszertant továbbra is minden ontológiaépítő projekt figyelmébe ajánljuk.

Vannak azonban más módszertani ajánlások, szempontok is. A konzisztens klasszifikáció, taxonómiaépítés például – elméletileg – megkívánja azt, hogy új fogalmak képzésekor mindig igazodjunk a JPED-elvekhez [2]. A generikus struktúra konzisztenciájához – papíron – nélkülözhetetlen, hogy az azonos fogalmi szinten egymás mellett levő, egy közös fölérendelt kategóriához tartozó fogalmak tartalma kölcsönösen kizáró és együttesen kimerítő legyen (jointly exhaustive and pairwise disjoint – JEPD), hogy ezáltal mindig kielégítsük azt az elvárást, hogy egy adott fogalom alá kidolgozott fogalmak együttesen a fogalom terjedelmébe tartozó minden előfordulást egyértelműen lefedjenek.

A JPED-elv kielégítésének egy újonnan javasolt megoldása lehet az [25], ha mindig egy ‘bináris elv’ szerint hozunk létre új fogalmakat úgy, hogy egy új fogalom mellé mindig felvesszük annak tagadását (és csak a tagadását), amivel természetesen biztosítani tudjuk a teljes lefedést és a diszjunktságot egyaránt. A javaslat kétségkívül garantálni képes a JPED-elvárások érvényesülését, de sok esetben konstraintív megoldásokat tud csak produkálni (arról nem beszélve, hogy ezt a módszert nem igazán lehet alkalmazni a *leíró ontológiák* esetében, s így e megoldást csak a *revizionista ontológiák* szerkesztéséhez használhatjuk). Arra azonban mindenképpen jó ez a bináris elv, ha nem kötelező előírásként, hanem csak ajánlásként fogalmazzuk meg, hogy létezésében is mindig arra figyelmeztesse az ontológiaépítőket, hogy minden pillanatban figyeljenek a JPED-elvárások teljesülésére.

2.2.5. Relációs mikroelméletek

A MEO-projektben is többször előfordult, és feltételezhetjük, hogy bármely más ontológiaépítő projekt is kerülhet olyan helyzetbe, amikor néhány kiemelkedően fontos fogalomra vagy fogalmak egy csoportjára önmagában is érdemes (vagy kell) egy mikroelméletet készíteni. Ilyen esetekben egyértelműen a tárgyszinten adunk meghatározásokat a szóbanforgó fogalmakra, tehát a tárgyszinthez kell sorolnunk őket, de sok esetben elképzelhető, hogy az effajta fogalmak formulái a metaszintek metatulajdonságaihoz, metarelációihoz is erősen kötődnek. Minél inkább ez a helyzet, annál inkább meg kell próbálni kihasználni ezt a metaszintű kötődést, ezért az ilyen fogalmakra, fogalomcsoportokra – fontosságuk és/vagy magas formalizáltságuk miatt érdemes „önálló” mikroelméleteket elkülöníteni. Ezen mikroelméletek közös jellemzője lehet, hogy átmenetet képeznek a tárgy- és metaszintek között.

A MEO-projekt második szakaszában kidolgoztuk néhány ilyen mikroelméletet, melyeknek kettős szerepet tulajdonítunk: a mikroelméletek egyrészt magukban is alkalmasak valamely problématerület formalizálására, és így önállóan is „használhatók”, másrészt mintát mutatnak arra, hogy milyen módon, milyen formában lehet mikroelméleteket építeni.

Az alábbi témaköröket dolgoztuk ki:

- preferenciareláció [17, 19]
- partitív reláció [21, 14]
- kommunikációs igék [9, 11]
- mozgásigék [10, 11]
- kognitív (propozicionális) attitűdök [11]
- érzelmi fogalmak [11]

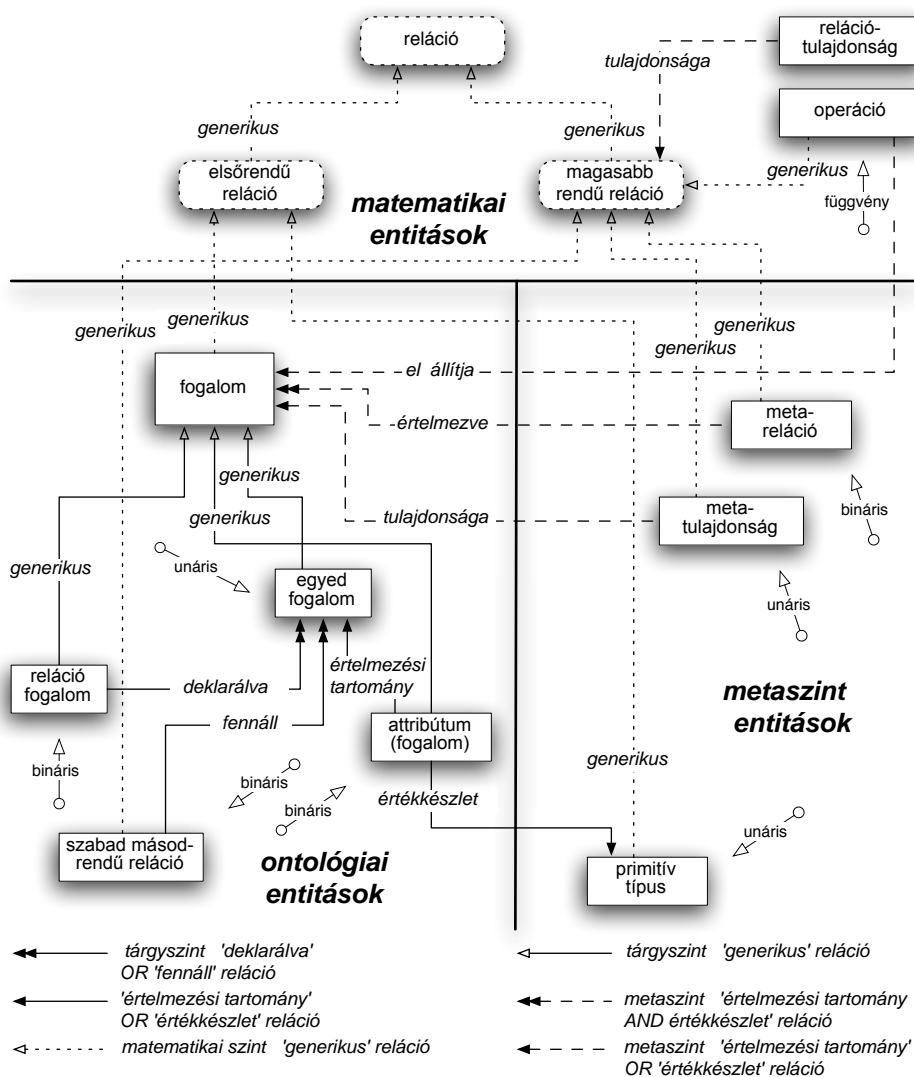
A mikroelméletek természetesen tetszőleges módon bővíthetők. A cél az kell, hogy legyen, hogy minél inkább be lehessen húzni a mikroelméleteket a tárgyszintre, s ezáltal minél teljesebbé lehessen tenni a tárgyszinten folyó ontológiaépítési munka szköpját.

2.3. Tárgyszint: generikus modell

A metaszinteken definiált ontológiai metafogalmak, illetve az ontológiatervezés során létrehozott (és rögzített) kategóriatan elemei adottak, megváltoztathatatlanok az ontológiaépítési munka során. A metafogalmakon túl azonban minden más fogalom tartalma és terjedelme csak az ontológiaszerkesztők döntésétől függ, ezeket szabadon lehet szerkeszteni, változtatni. Az egyetlen kényszer a klasszifikáció módszertanában lefektetett szabályok, kényszerek és elvárások jelentik.

Az ontológiaépítő munka tehát annyit jelent, hogy az ontológia szerkesztői – saját ontológiai elfogultságaik, elkötelezettségeik alapján – új és új fogalmakat vesznek fel, melyeket ismertetőjegyekkel jellemeznek, illetve meghatározzák az új fogalom helyét a fogalmi struktúrában. A tárgyszinten a generikus modellnek megfelelően vehetjük fel az univerzálét, melyekre a metaszinteken előzetesen meghatározott metafogalmak (metatulajdonságok, relációs tulajdonságok, műveletek, generikus alárendeltje reláció stb.), kategóriák (absztrakt, konkrét, egyedfogalom, relációfogalom stb.).

Elsősorban a tárgyszintű ontológiaépítés lehetőségeit szem előtt tartva az 5. ábrán mutatjuk be a generikus modell legfontosabb fogalmait, illetve az alapfogalmak kapcsolatait (a modell részletesebb tárgyalását lásd: [20, 22]).



5. ábra. MEO modell

2.4. Tárgyszint: esetmodell

Az ontológiákban tárolt fogalmi tudás hasznosításának módja mindig attól függ, hogy milyen célokra akarjuk igénybe venni a világról szóló, ontológiákba töltött ismereteinket. A legtöbb esetben a generikus modell alapján rendezett fogalmi tudás mellé az előfordulásokra vonatkozó konkrét adatokat rögzítünk a világ valamely konkrét tartományáról. Ezt a tárgyszinthez tartozó *esetmodell* segítségével tehetjük meg (amit hívhatunk instanciamodellnek is). Ezen a szinten az előfordulások (példányok, individuumok, partikulárek) tulajdonságait, kapcsolatait építhetjük különböző adatbázisokba.

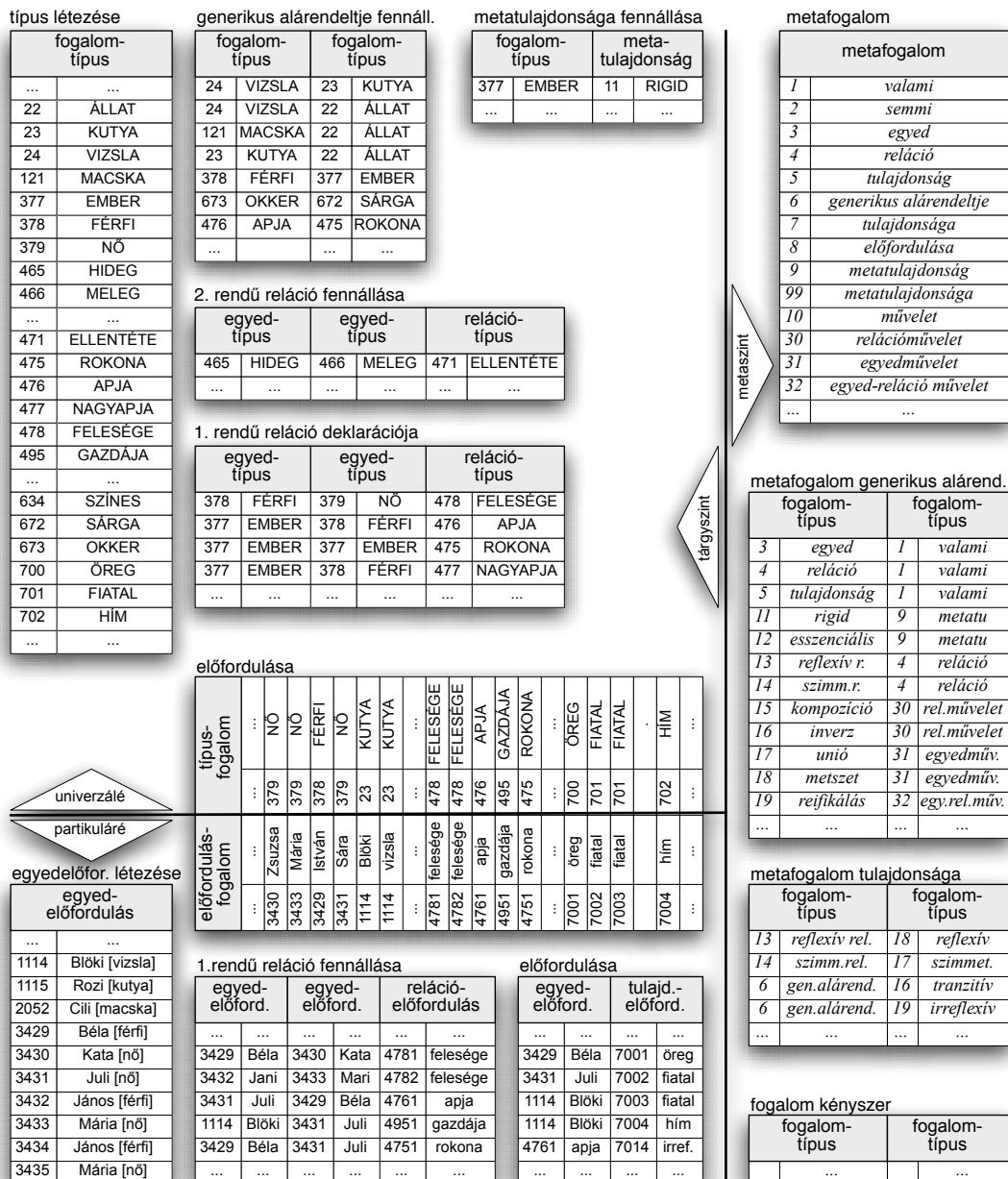
Az instanciamodellnek szerkezetét tekintve teljesen meg kell felelnie a fölötte levő generikus modell struktúrájának, hiszen az előfordulások ismertetőjegyeit, kapcsolatait csak azoknak a fogalmaknak a segítségével tudjuk kifejezni, amelyeknek maguk az előfordulások a példányai. Az előfordulásokkal kapcsolatos adatok rendszerét általában *tudásbázisnak* szokás nevezni, bár ezen a téren sem egységes a terminológia.

A MEO-projektben a csúcsontológia, illetve általában az ontológiaépítés, az ontológia-infrastruktúra szabályszerűségeinek megállapítására, összegyűjtésére, rögzítésére törekedtünk. Nem

tűztük ki célul azt, hogy a tárgyszinten is feltöltjük az instanciamodell által lefedett tartományt, így a MEO tudásbázis – egyelőre – üres.

2.5. Adatséma

Annak ellenére, hogy semmilyen MEO-tudásbázist nem defináltunk (s így természetesen nem is töltöttük fel adatokkal), elkészítettünk egy adatsémát, amellyel megpróbáltuk modellezni azt, miként lehetne az eddig tárgyalt metafogalmakat, illetve a tárgyszintű fogalmakat és adatokat rögzíteni. A séma vázlatos szerkezete a következő:



6. ábra. MEO adatséma

Hivatkozások

- [1] BFO: Basic formal ontology home page.
URL <http://www.ifomis.uni-saarland.de/bfo/home.php>.
- [2] Thomas Bittner – Maureen Donnelly – Barry Smith: Individuals, universals, collections: On the foundational relations of ontology. In Achille C. Varzi – Laure Vieu (szerk.): *Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of the Third International Conference (FOIS 2004)* (konferenciaanyag). Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington DC, 2004, IOS Press, 37–48. p.
- [3] CyCorp: Opencyc – formalized common knowledge.
URL <http://www.opencyc.org/>.
- [4] DOLCE: Dolce home page. URL <http://www.loa-cnr.it/DOLCE.html>.
- [5] EuroWordNet: Eurowordnet home page.
URL <http://www.illc.uva.nl/EuroWordNet/>.
- [6] Ferenczi Miklós: *Matematikai logika*. Budapest, 2002, Műszaki Könyvkiadó.
- [7] Aldo Gangemi – Nicola Guarino – Claudio Masolo – Alessandro Oltramari: Understanding top-level ontological distinctions. In *Proc. of IJCAI 2001 workshop on Ontologies and Information Sharing* (konferenciaanyag). 2001.
- [8] Nicola Guarino – Christopher Welty: Evaluating ontological decisions with ontoclean. 45. évf. (2002) 2. sz., *Communications of the ACM*, 61–65. p.
URL <http://www.loa-cnr.it/Papers/CACM2002.pdf>.
- [9] Gyarmathy Zsófia – Szeredi Dániel: A kommunikációs fogalmak jelentésrepresentációjának egy modellje. In Alexin Zoltán – Csentes Dóra (szerk.): *IV. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia* (konferenciaanyag). Szeged, 2006, SZTE, 354–356. p.
- [10] Gyarmathy Zsófia – Szeredi Dániel: A mozgás domain. Jelentés, 2006, MEO. URL <http://ontologia.hu/meo/docs/microtheo/mozgas>.
- [11] Gyarmathy Zsófia – Héja Enikő – Mittelholz Iván – Simonyi András – Szeredi Dániel – Varasdi Károly: A magyar nyelv lexikai sajátosságaira épülő formális általános ontológia. Jelentés, 2006, MEO. URL http://ontologia.hu/Members/varasdi/MEO_jelrep00601.pdf/download.
- [12] E. J. Lowe: *The possibility of metaphysics*. Oxford, 1998, Clarendon Press.
- [13] MEO: Meo, 3. munkaszakasz összefoglaló jelentése. Jelentés, 2006, MEO-projekt.
URL http://ontologia.hu/meo/docs/meo_report_2006_3.
- [14] Simonyi András: Mereológia. Jelentés, 2006, MEO.
URL http://ontologia.hu/meo/docs/microtheo/simonyi_part.
- [15] J.F. Sowa: *Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations*. 2000, Brooks Cole Publishing Co.
- [16] SUMO: Sumo ontology home page. URL <http://ontology.teknowledge.com/>.
- [17] Szakadát István: *Egyben az egész. Egytől egyig*. Budapest, 2006, Typotex.

- [18] Szakadát István–Szóts Miklós–Gyepesi György: Extenzionális relációelmélet. Jelentés, 2006, MEO. URL <http://ontologia.hu/meo/docs/there1the>.
- [19] Szakadát István–Szóts Miklós–Gyepesi György: Relációs mikroelméletek. Jelentés, 2006, MEO. URL <http://ontologia.hu/meo/docs/microtheo>.
- [20] Szakadát István–Szóts Miklós–Gyepesi György–Varasdi Károly–Ungváry Rudolf–Simonyi András–Gyarmathy Zsófia–Szaszko Sándor–Dániel Szeredi: Meo ontológiamodell. In Alexin Zoltán–Csendes Dóra (szerk.): *IV. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia* (konferenciaanyag). Szeged, 2006, SZTE, 377–383. p.
- [21] Szakadát István: Réteges struktúra, alaprelációk. In *III. Számítógépes nyelvészeti konferencia* (konferenciaanyag). Szeged, 2005, SZTE.
- [22] István Szakadát–Miklós Szóts–György Gyepesi: MEO - Ontology Infrastructure. In Gabor Magyar–Gabor Knapp–Wita Wojtkowski–Gregory Wojtkowski–Joze Zupanic–Stanislaw Wrycza (szerk.): *Advances in Information Systems Development: New Methods and Practice for the Networked Society, Proceedings Information Systems Development* (konferenciaanyag). 2006, Springer.
- [23] Szeredi Péter–Lukácsy Gergely–Benkő Tamás: *A szemantikus világháló emlélete és gyakorlata*. Budapest, 2005, Typotex.
- [24] Szóts Miklós: Az OntoClean metodológia ismertetése. Jelentés, 2006, MEO. URL <http://ontologia.hu/meo/method/OntoCleanGuide.pdf>.
- [25] A.L. Thomasson: Methods of categorization. In Achille C. Varzi–Laure Vieu (szerk.): *Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of the Third International Conference (FOIS 2004)* (konferenciaanyag). Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington DC, 2004, IOS Press, 3–16. p.
- [26] Ungváry Rudolf: Az ontológiák legfelső generikus szintje. a csúcsfogalmak természetes rendszere és a dolce kritikája. In Alexin Zoltán–Csendes Dóra (szerk.): *IV. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia* (konferenciaanyag). Szeged, 2006, SZTE, 85–96. p.
- [27] Varasdi Károly–Gyarmathy Zsófia–Simonyi András–Szeredi Dániel: Az általános ontológia egy új modellje. In Alexin Zoltán–Csendes Dóra (szerk.): *IV. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia* (konferenciaanyag). Szeged, 2006, SZTE, 73–84. p.
- [28] Varasdi Károly: Proprium és fázis. Jelentés, 2006, MEO.
URL <http://ontologia.hu/meo/docs/method/proprium>.
- [29] WordNet: Wordnet home page. URL <http://wordnet.princeton.edu/>.