

2020

Protégé gyakorlat – Tudásgráf alapú gyártásmodellezés



Puskás János

MOL Petrolkémia Zrt.

2020.11.26.

1 Rendszer bemutatása, adatok ismertetése

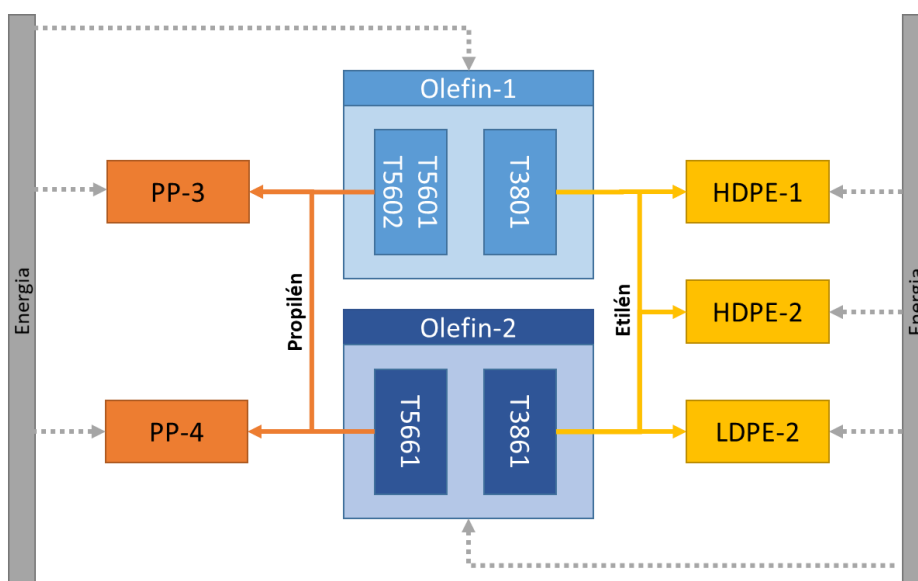
A szakdolgozat célja egy olyan módszer, modell kidolgozása, amely az aktuális üzemállapotokat figyelembe véve meghatározza a köztes termékek minőségi paramétereit, így tovább csökkenti a termelés energiafelhasználását.

A MOL Petrolkémia Zrt. Olefin üzemeiből érkező köztes termékek:

- Etilén – *etán szennyező*
- Propilén – *propán szennyező*

A (feldolgozó) polimerüzemekben további minőségjavításon esnek át illetve az etán és propán inerként kering. Ez indokolja, hogy meghatározzuk az intermedierek minőségi globális optimumát, hogy minél gazdaságosabb legyen a végtermékek előállítása

Az Olefin-1 és Olefin-2 üzemek 38-as kolonnáinak fejterméke az etilén, mely átadásra kerül a HDPE-1, HDPE-2 és LDPE-2 üzemekbe, amelyek terméke a polietilén. Az Olefin-1 és az Olefin-2 56-os kolonnáninál a fejtermék a propilén, melyből polipropilén készül a PP-3 és P-4 üzemekben. A kolonnák, illetve az üzemek további berendezései különböző segédenergiákat használnak (pl. gőz, meleg mosóvíz, hűtővíz, cseppfolyós etilén és propilén stb.). A számomra releváns kolonnákat és üzemeket, valamint a köztük lévő anyagforgalmat az 1.1. ábra szemlélteti.



1.1. ábra: az optimalizációban résztvevő kolonnák, üzemek és köztük lévő anyagáramok

A feladathoz használt adatokat az egyes üzemek és berendezések tervezési adatlapjairól, illetve a technológiai utasításokból nyertem. *Ahhoz, hogy részletes adatokat, adatpárokat illesszek, szüksége lenne az üzemek modelljeire, melyek a szakdolgozat jelenlegi fázisában nem állnak rendelkezésre.* Így a felhasznált adatok a következők:

- Olefin üzemek éves etilén és propilén termelése
- Polimer üzemek éves termelési adatai
- Kolonnák névleges terhelése
- Köztes termékek minőségi specifikációi
- Felhasznált segédáramok névleges mennyiségei

2 Ontológia tervezése

Az ontológia tervezésekor az 1.1 ábrán láthatóakat vettem figyelembe. Ezek alapján hat csoportot tudtam megkülönböztetni – *a beadandó gyakorlati megvalósítása során angol nyelvet használtam:*

- Polymers – *polimerek*
- Monomers – *monomerek*
- Utilities – *segédáramok*
- SteamCrackers – *Olefin üzemek*
- PolymerPlants – *Polimer üzemek*
- Columns – *kolonnák*

A következő lépésben az egyes csoportok közötti összefüggéseket vizsgáltam:

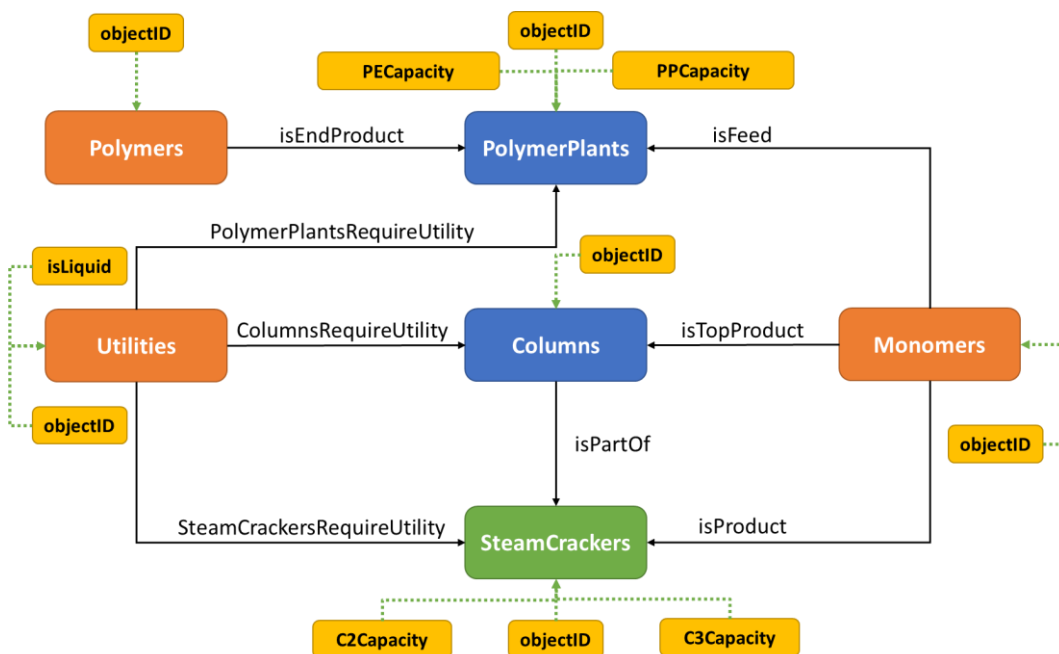
- Polymers – *polimerek*
 - a polimer üzemek végtermékei - *IsEndProduct*
- Monomers – *monomerek*
 - a polimer üzemek alapanyagai - *isFeed*
 - az olefin üzemek termékei - *isProduct*
 - a kolonnák fejtermékei - *isTopProduct*
- Utilities – *segédáramok*
 - Minden üzem, valamint a kolonnák is használnak segédáramokat
 - *SteamCrackersRequireUtility*

- *PolimerPlantsRequireUtility*
 - *ColumnsRequireUtility*
- SteamCrackers – *Olefin üzemek*
- PolymerPlants – *Polimer üzemek*
- Columns – *kolonnák*
 - A kolonnák az olefin üzemekben találhatóak – *isPartOf*

Ezt követően vizsgáltam, hogy az egyes csoportokhoz milyen elengedhetetlen adattulajdonságok tartoznak:

- Polymers – *polimerek*
 - típusa – *objectID*
- Monomers – *monomerek*
 - típusa – *objectID*
- Utilities – *segédáramok*
 - típusa – *objectID*
 - folyékony halmazállapotú – *isLiquid*
- SteamCrackers – *Olefin üzemek*
 - az üzem neve – *objectID*
 - az üzem C2 monomer kapacitása – *C2Capacity*
 - az üzem C3 monomer kapacitása – *C3Capacity*
- PolymerPlants – *Polimer üzemek*
 - az üzem neve – *objectID*
 - az üzem polietilén kapacitása – *PECapacity*
 - az üzem polipropilén kapacitása – *PPCapacity*
- Columns – *kolonnák*
 - a kolonna azonosítója – *objectID*

Ezen információk felhasználásával az ontológia vázlatát el tudtam készíteni (2.1. ábra).



2.1. ábra: Az ontológia vázlata

2.1 Namespace – Vocabulary bevonása

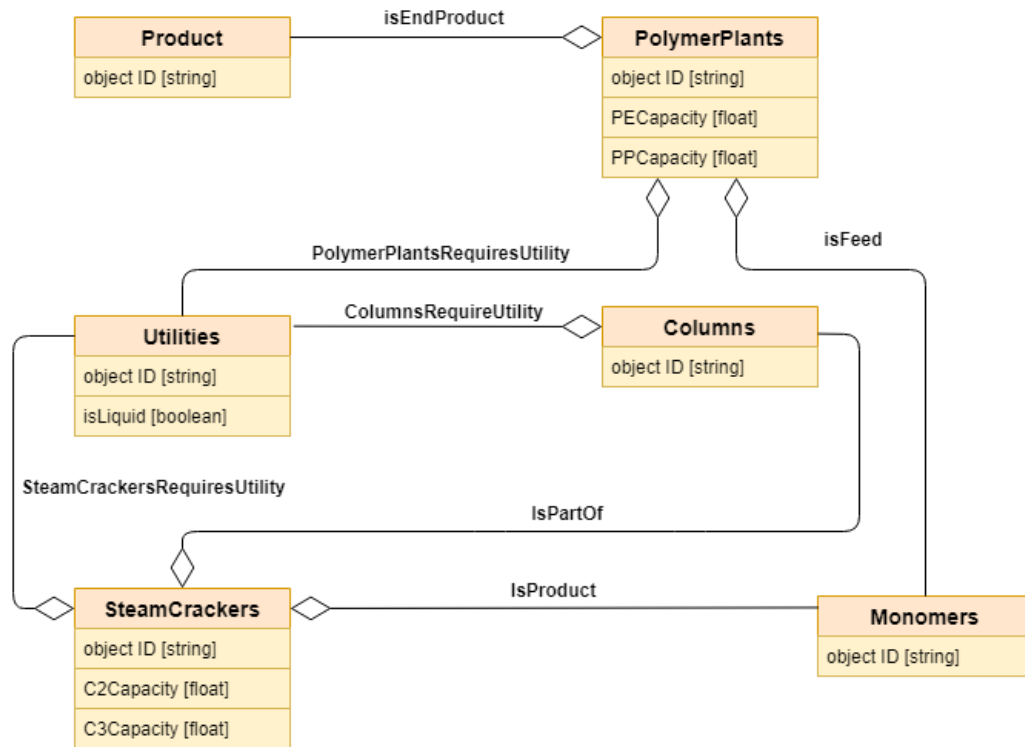
Több Vocabulary-t áttekintve a jelenlegi ontológiában RAMI-ból több *Namespace* bevonást tudok megvalósítani. Ezek:

- „*isPartOf*” *object property*
 - a *Columns* és a *SteamCrackers* *class*-ok közötti összefüggés.

Mivel a nevek megegyeznek, ezért az IRI átírása szükséges. A másik szintén a RAMI-ból a
- „*Product*” *class*, ami ebben az esetben a *Polymers*
- „*object ID*” *data property*, ami megadja az üzemek és kolonnák kódját

2.2 UML ábra készítése

Az UML diagram célja, hogy vizuálisan ábrázolja a rendszert a *class*-okkal, *object* és *data property*-ekkel a jobb érthetőség, karbantartás vagy dokumentálás céljából. A jelen ontológia UML diagramját a diagrams.net weboldal segítségével készítettem el. A kész diagramot a 2.2. ábra szemlélteti.



2.2. ábra: az ontológia UML diagramja

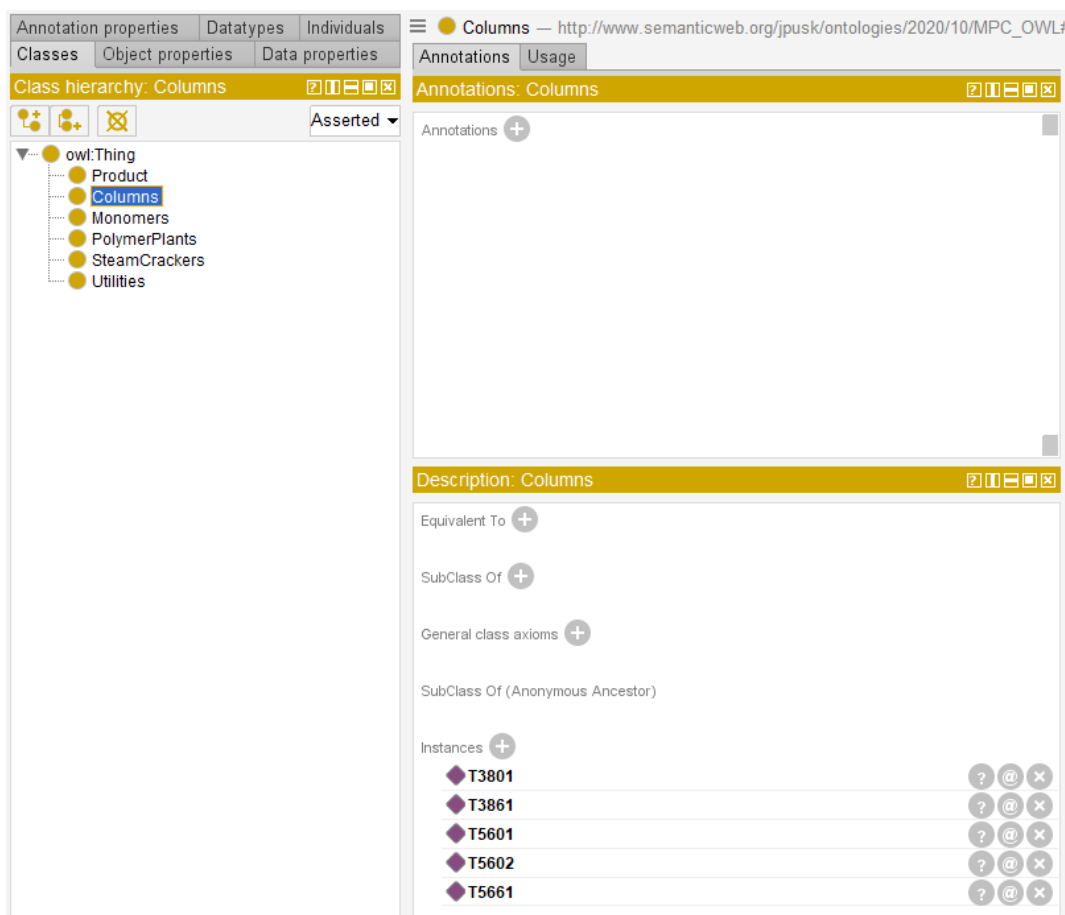
3 Implementálás Protégé-be

Az ontológia implementálásához a következő lépések szükségesek: a *class*-ok felvétele, a köztük lévő *object property*-k, majd a *data property*-k definiálása. Mivel *Namespace* bevonás is szükséges, ezért nulladik lépésként a RAMI-t behívtam az „*Ontology prefixes*” közé.

3.1 Class-ok felvétele

A Protégé „Entities” fül „Classes” alfülön lehetséges a class-ok felvétele. Az új felvétele gomb megnyomásával nevezhető el az új class. Mivel minden class egy hierarchiaszinten található, nincs szüksége további beállításokra.

Például a Columns class elnevezéssel létrehozható (3.1. ábra).

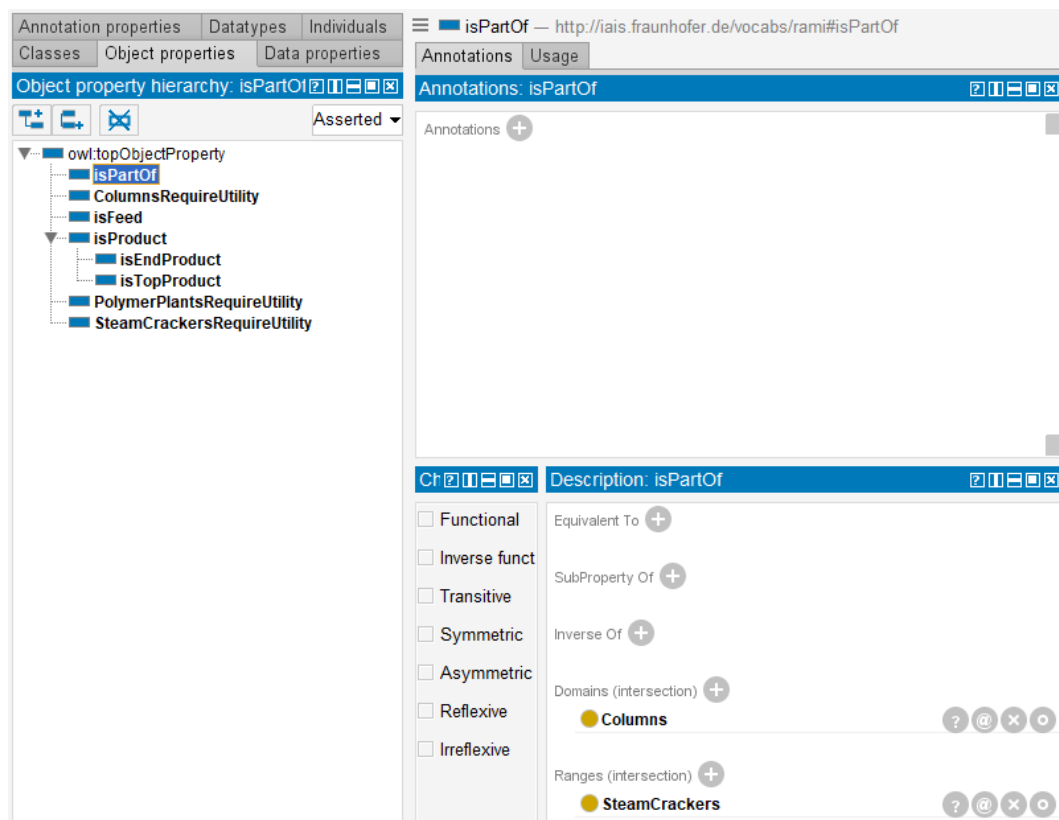


3.1. ábra: Columns class

3.2 Object property-k felvétele

A Protégé „Entities” fül „Object Properties” alfülön lehetséges az object property-k felvétele. Az új felvétele gomb megnyomásával nevezhető el az új property. Ezt követően szükséges a Domain (*ahonnan indul a nyíl*), illetve a Range (*ahová mutat a nyíl*) megadása.

Például az „isPartOf” elnevezéssel létrehozható. A Domain itt a *Columns class*, a Range pedig a *SteamCrackers class* (3.2. ábra).

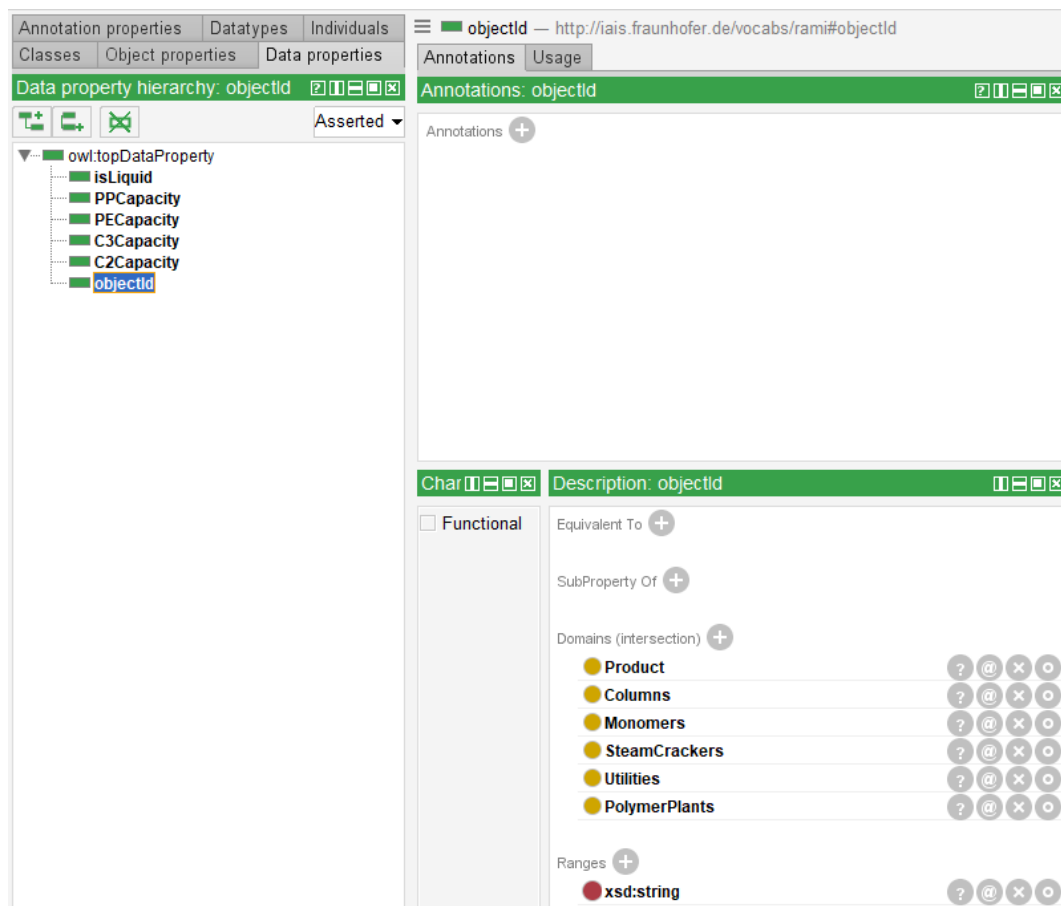


3.2. ábra: isPartOf object property

3.3 Data property-k felvétele

A Protégé „Entities” fül „Data Properties” alfülön lehetséges az data property-k felvétele. Az új felvétele gomb megnyomásával nevezhető el az új property. Ezt követően szükséges a Domain (*ahonnan indul a nyíl*), illetve a Range (*az adat típusa*) megadása.

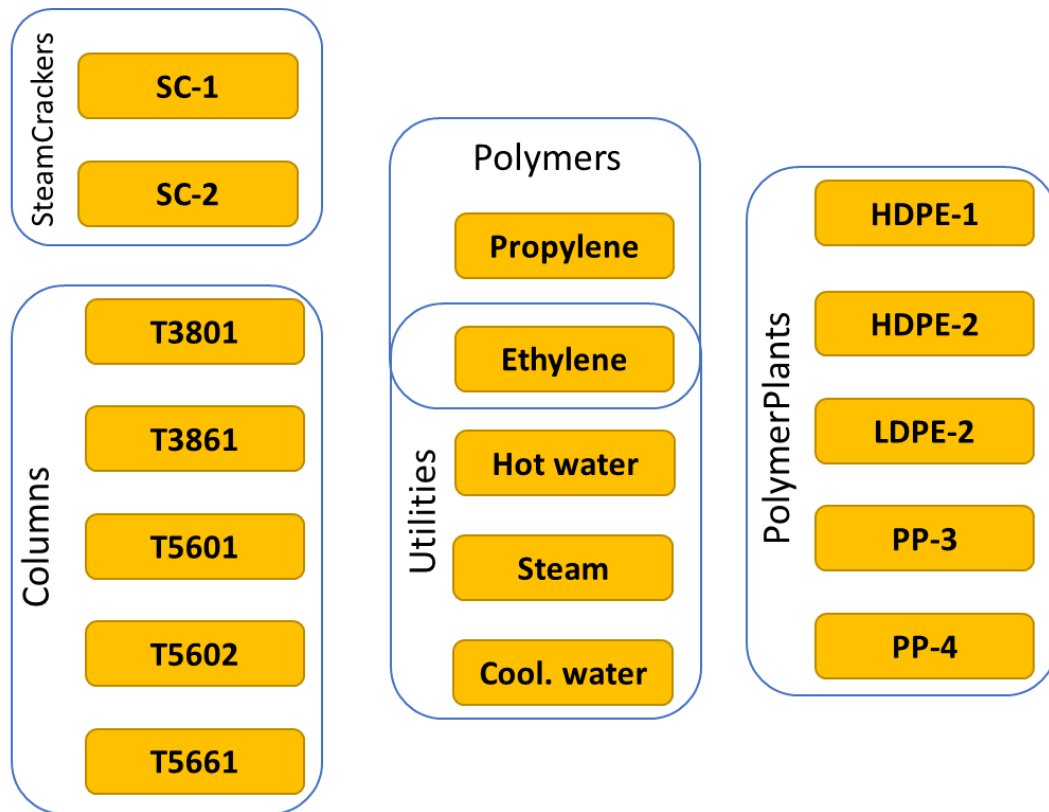
Például az „*objectID*” elnevezéssel létrehozható. A Domain itt az összes *class*, a Range pedig a *String*, mint karakterlánc adattípus (3.3. ábra).



3.3. ábra: objectID data property

3.4 *Individual-ok felvétele*

Első lépésként az *Individual*-ok meghatározása szükséges, illetve, hogy melyik class-hoz tartoznak. Ezeket a 3.4. ábrán szemléltetem.



3.4. ábra: Az *Individual*-ok

A Protégé „Entities” fül „Individuals” alfülön lehetséges az *Individual*-ok felvétele. Először létrehoztam az összes elemet, majd definiáltam, melyik *class*-hoz tartoznak. Ezt követően felvettem az *object* és a *data property*-ket.

Például a „*Ethylene*” eleme a *Monomers* és az *Utility* class-nak is (3.5. ábra). Emiatt az alábbi *object property* összefüggések tartoznak hozzá:

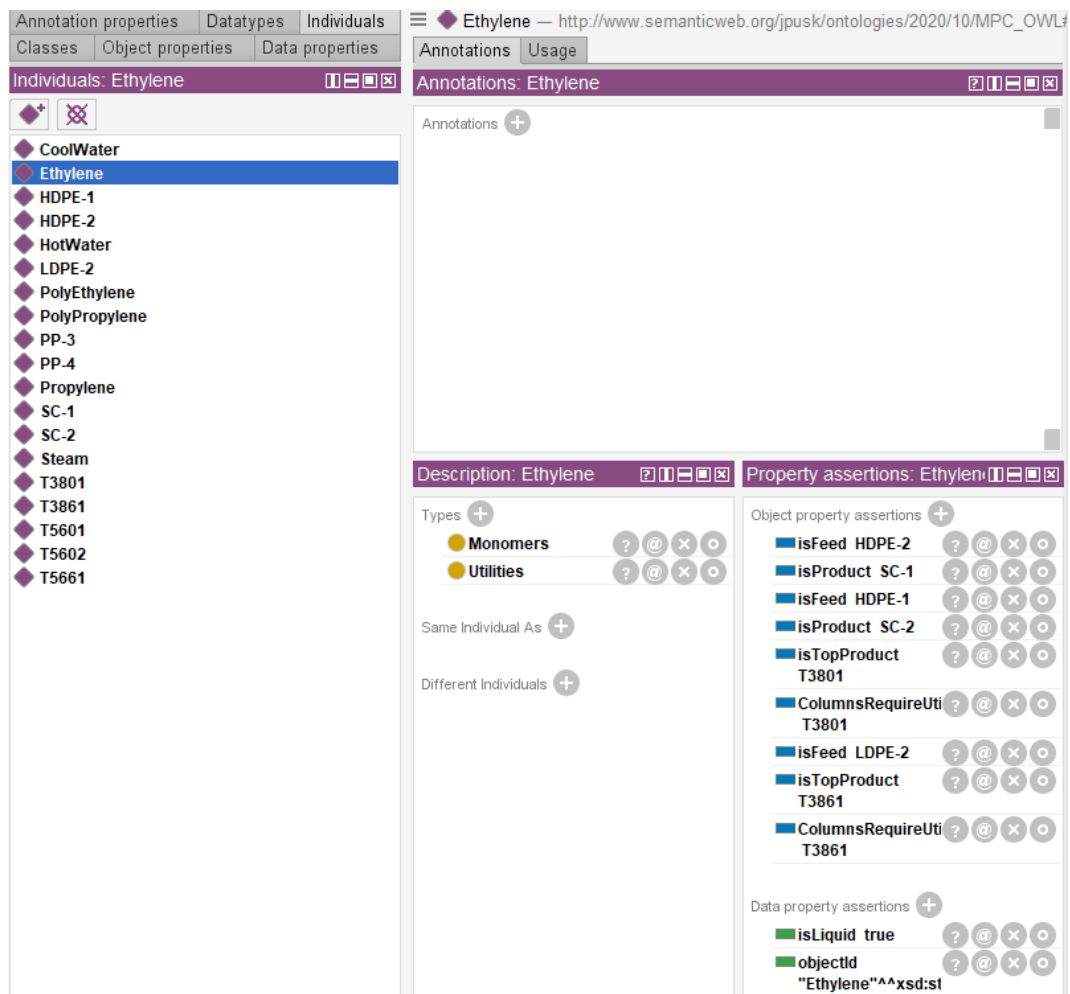
- isFeed → HDPE-1
- isFeed → HDPE-2
- isFeed → LDPE-2
- isProduct → SC-1
- isProduct → SC-2
- isTopProduct → T3801

Implementálás Protégé-be

- isTopProduct → T3861
- ColumnsRequireUtility → T3801
- ColumnsRequireUtility → T3861

Ezt követte a data property-k felvétele:

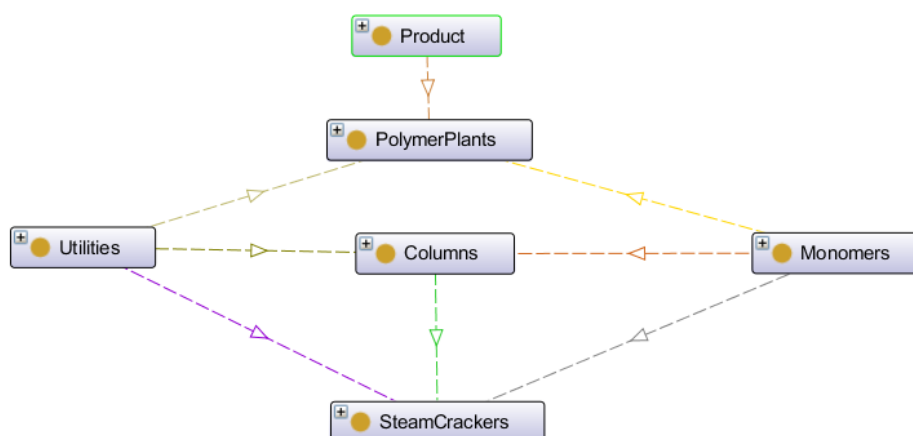
- objectID → Ethylene
- isLiquid → true



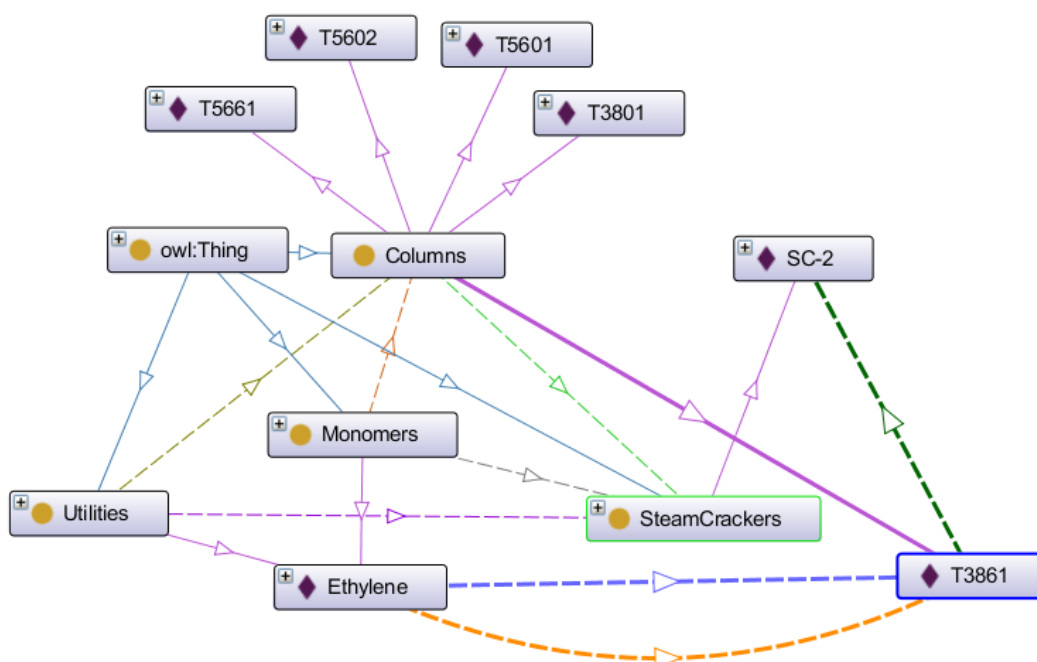
3.5. ábra: Az Ethylene individual

3.5 Az ontológia vizualizációja

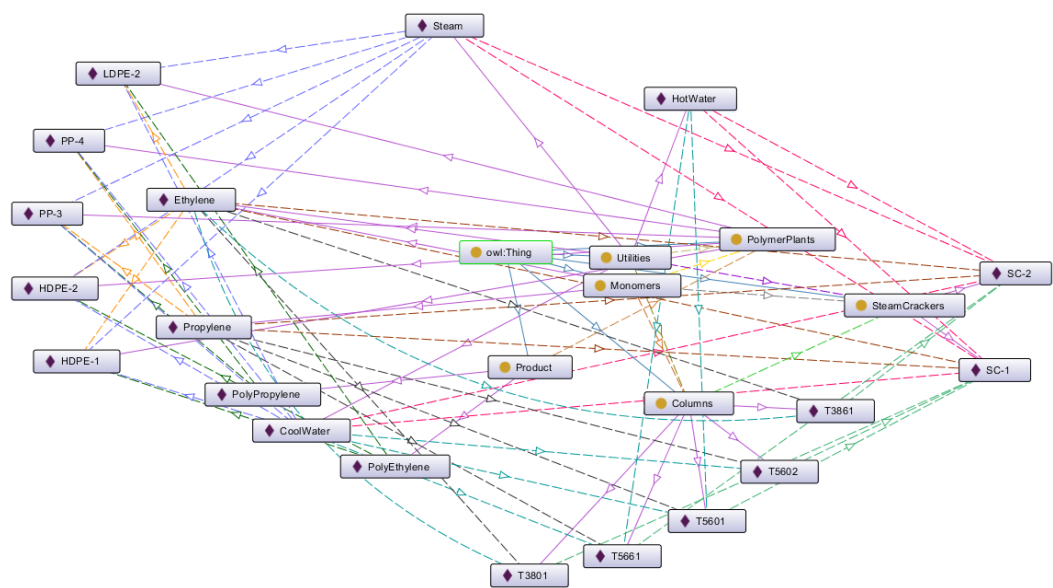
Az ontológiát OntoGraf és VOWL segítségével vizualizáltam. Előbbi több hierarchiaszinten mutatja be az ontológiát. Például láthatjuk, hogy milyen class-ok találhatóak az ontológiában, illetve, hogy köztük van-e kapcsolat, illetve az milyen irányú (3.6. ábra). De akár egy individual kapcsolatait (3.7. ábra), vagy az összeset is kirajzoltathatjuk (3.8. ábra).



3.6. ábra: Az összes class – OntoGraf

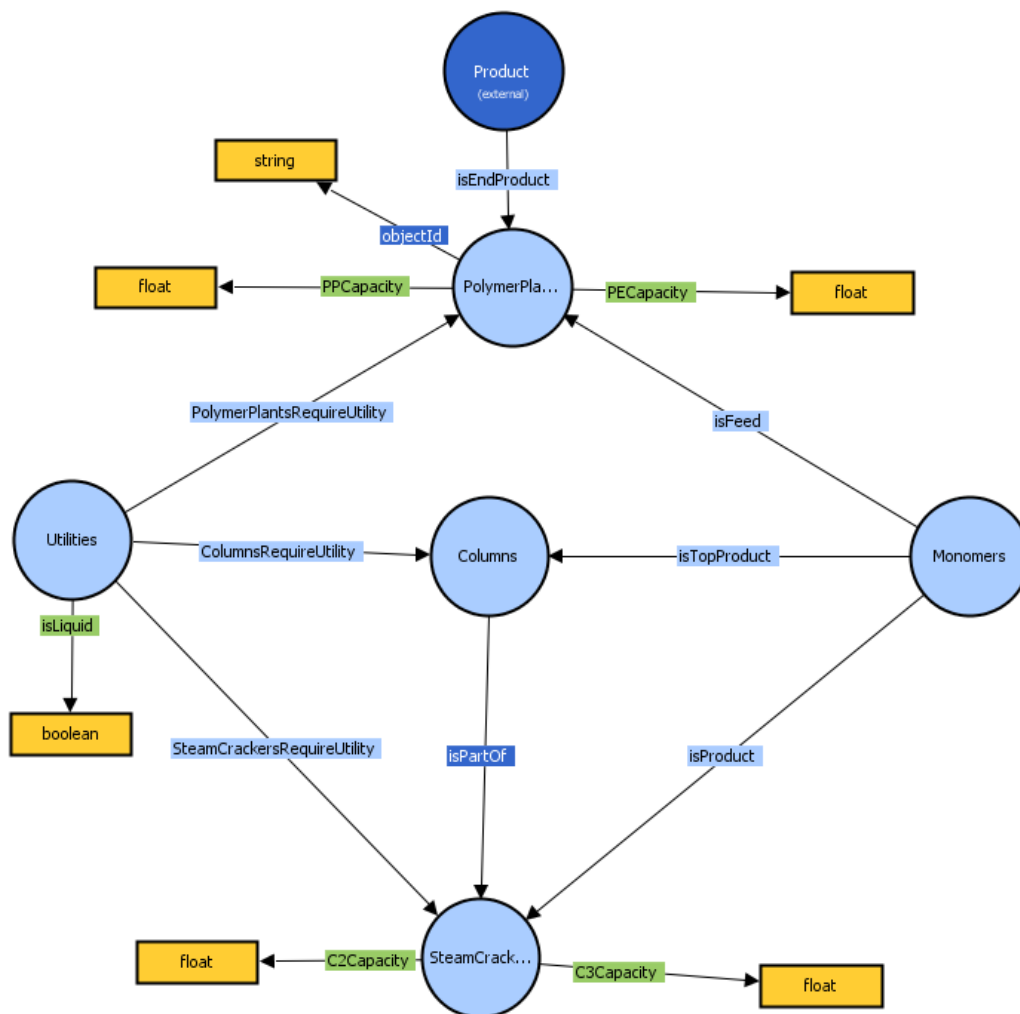


3.7. ábra: A T3861 kolonna kapcsolatai – OntoGraf



3.7. ábra: Minden class és individual kapcsolatai – OntoGraf

A VOWL részletes betekintést nyújt, itt láthatóak az object és a data property-k is (3.7. ábra).



3.8. ábra: A class-ok és property-k vizualizációja – VOWL

4 SPARQL lekérdezések

A SPARQL lekérdezéseket a „*SPARQL query*” *plug-in*-nal végeztem. Összesen három lekérdezést végeztem el. Ezek:

- Melyik polimer üzemek állítanak elő polipropilént, milyen alapanyagból és milyen kapacitással (4.1. ábra)
- A polimer üzemek milyen alapanyagból, milyen segédenergia segítségével milyen terméket állítanak elő, valamint milyen a segédenergia halmazállapota (4.2. ábra)
- Melyik kolonna milyen fejtermékkel rendelkezik, illetve ehhez milyen segédenergiát használ (4.3. ábra)

SPARQL query:			
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX own: <http://www.semanticweb.org/jpusk/ontologies/2020/10/MPC_OWL#> PREFIX rami: <http://iais.fraunhofer.de/vocabs/rami#>			
SELECT ?PolymerPlants ?Product ?Monomers ?PPCapacity WHERE { ?Product own:isEndProduct ?PolymerPlants. ?Monomers own:isFeed ?PolymerPlants. ?PolymerPlants own:PPCapacity ?PPCapacity }			
PolymerPlants	Product	Monomers	PPCapacity
PP-4	PolyPropylene	Propylene	"180.0"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float>
PP-3	PolyPropylene	Propylene	"100.0"^^<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float>

3.1. ábra: Első SPARQL lekérdezés

SPARQL query:				
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX own: <http://www.semanticweb.org/jpusk/ontologies/2020/10/MPC_OWL#> PREFIX rami: <http://iais.fraunhofer.de/vocabs/rami#> SELECT ?PolymerPlants ?Product ?Monomers ?Utilities ?isLiquid WHERE { ?Product own:isEndProduct ?PolymerPlants. ?Monomers own:isFeed ?PolymerPlants. ?Utilities own:PolymerPlantsRequireUtility ?PolymerPlants. ?Utilities own:isLiquid ?isLiquid }				
PolymerPlants	Product	Monomers	Utilities	isLiquid
HDPE-1	PolyEthylene	Ethylene	CoolWater	"true"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>
HDPE-1	PolyEthylene	Ethylene	Steam	"false"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>
PP-4	PolyPropylene	Propylene	Steam	"false"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>
PP-4	PolyPropylene	Propylene	CoolWater	"true"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>
LDPE-2	PolyEthylene	Ethylene	Steam	"false"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>
LDPE-2	PolyEthylene	Ethylene	CoolWater	"true"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>
PP-3	PolyPropylene	Propylene	Steam	"false"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>
PP-3	PolyPropylene	Propylene	CoolWater	"true"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>
HDPE-2	PolyEthylene	Ethylene	CoolWater	"true"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>
HDPE-2	PolyEthylene	Ethylene	Steam	"false"<http://www.w3.org/2001/XMLSchema#boolean>

4.2. ábra: Második SPARQL lekérdezés

SPARQL query:		
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> PREFIX own: <http://www.semanticweb.org/jpusk/ontologies/2020/10/MPC_OWL#> PREFIX rami: <http://iais.fraunhofer.de/vocabs/rami#> SELECT ?Columns ?Monomers ?Utilities WHERE { ?Monomers own:isTopProduct ?Columns. ?Utilities own:ColumnsRequireUtility ?Columns }		
Columns	Monomers	Utilities
T5602	Propylene	CoolWater
T3801	Ethylene	Ethylene
T5661	Propylene	HotWater
T5661	Propylene	CoolWater
T3861	Ethylene	Ethylene
T5601	Propylene	HotWater
T5601	Propylene	CoolWater

5.3. ábra: Harmadik SPARQL lekérdezés