



Pannon Egyetem, Mérnöki Kar
Veszprém

**Ipar 4.0 megoldásokat fejlesztő adat- és rendszertudományi
szakmérnök képzés**

Tudásgráf alapú modellezés

Név: **Tóth Bence**

Neptun kód: **LTHRW3**

Dátum: **2020.11.27**

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
1.1. Feladat leírása	3
1.2. Rendszer bemutatása	4
2. Ontológia tervezés lépései.....	5
2.1. Felhasznált adatok	5
2.2. Classok hierarchiája, object- és data properties.....	5
2.2.1. Adatok betöltése Excel formátumba	9
2.3. Ontológia bővítése: namespace - vocabulary bevonás	10
2.4. UML diagram a végleges ontológiáról	11
3. Ontológia felépítése Protégé-ben.....	11
3.1. Adatok betöltése	13
3.2. Kész ontológia vizualizációja VOWL és OntoGraph pluginnal.....	14
3.3. SPARQL lekérdezések	15

1. Bevezetés

1.1. Feladat leírása

A Folyamatinformatika tárgy 'Protégé gyakorlat Tudásgráf alapú gyártásmodellezés' beadandójának határideje november 30 éjféli.

Moodle rendszerben található a feltöltő felület, ahol le kell adni. Feltölteni egy doc/pdf file-t kell, ami a feladat megoldásának részletes dokumentációját tartalmazza. Terjedelem 8-15 oldal.

A felsorolt pontok mindegyikére ábrákat, illetve screen shot-okat kérnék megfelelő leírással együtt:

- Rendszer bemutatása, melyről az ontológia készül. Felhasznált adatok ismertetése.
- Ontológia tervezés lépésenként bemutatva teoretikus ábrákkal, leírással.
- Class hierarchy, és property-k összegzése.
- Namespace – Vocabulary bevonása indoklással.
- UML ábra készítése a végleges ontológiáról (Class-ok, Object és Data Property-k)
UML asszociációs diagram – Protégé gyakorlat diasor 14.-es slide alapján.
- Implementáció Protégé-be, Class-ok, majd Object és Data Property-k beállítása.

Ezek ismertetése egy-egy példán keresztül.

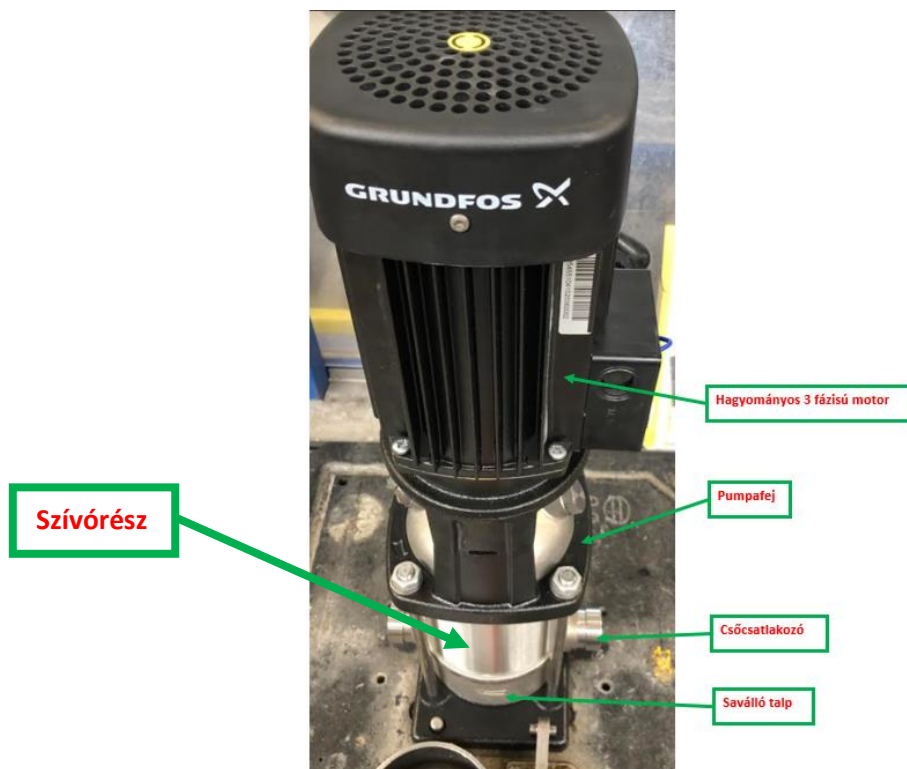
- Adatok betöltése, Individual-ok létrehozása.
 - A kész ontológia vizualizációja VOWL és OntoGraph pluginnal.
 - SPARQL lekérdezések.
-
- Továbbá a kész ontológia file-t kérném owl kiterjesztésben. (Aki GraphDB-t használ, vagy más megoldást a SPARQL query-khez csatol releváns file-okat a Protégé ontology skeleton mellé.)
 - A PPT-ben letölthető előadás diák komment részénél vannak elhelyezve web linkek, ha valaki bizonyos részokról bővebb információt szeretne kapni.

1.2. Rendszer bemutatása

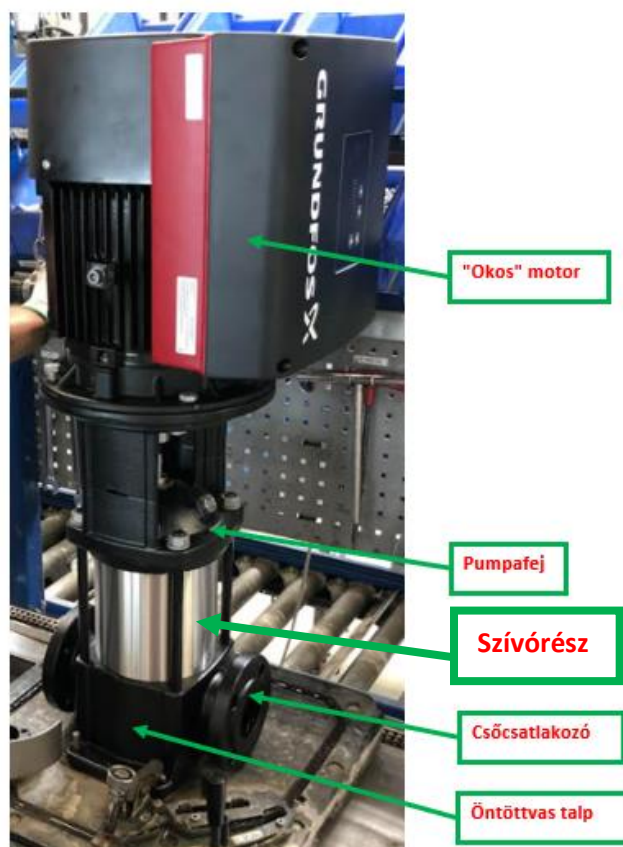
A Grundfos leghíresebb terméke a CR termékcsalád, melyet gyakran csak a szivattyúk „Rolls-Royce”-aként emlegetnek. A CR termékcsalád 3 részre osztható: small, medium, large. Ezeket a beosztásokat térfogatáram szerint határozták meg anno. Székesfehérváron jelenleg a small (-1, -3, -5 m³/h) és medium (-10, -15, -20 m³/h) szivattyúk gyártása történik. Nagy különbség nincs a 2 gyártósor között, csupán néhány apró eltérés. Jelen beadandómban egy „szivattyú” ontológiát szeretnék bemutatni.

A szivattyúknak számos típusa létezik a CR termékcsaládon belül. Első és talán a vevő szempontjából legfontosabb szempont, hogy mekkora térfogatáramú szivattyút szeretne rendelni. Néhány sorral feljebb már említettem, hogy Székesfehérváron -1, -3, -5, -10, -15, -20 m³/h áramlású pumpát gyártunk. Második fontos adat, hogy mennyit kell emelnie a szivattyúnak, ugyanis nem mindegy hogy egy felhőkarcoló vízellátása során szeretnénk használni, ahol adott esetben 100-130 métert is kell emelnie, vagy csak egy családi háznál, ahol elég lehet 10 méter is. Ha ezen túl vagyunk, akkor lehetnek még speciális kérései a vevőnek. Például talp és fejrésznél választhat saválló és öntöttvas anyag között. Motorszerelésnél lehet teljesen hagyományos 3 fázisú motor, de akár választható „okos motor” is, melynél már a fordulatszám egy mobilapplikáció segítségével változtatható. Természetesen ezen kívül a motoroknál megtalálható több feszültségszintre és frekvenciára tervezett típus is (például: 230 V – 50Hz, 230 V – 60 Hz, 400 V – 50 Hz....). A kedves vevő még a csatlakozó csonk típusát is kiválaszthatja. Itt dönthet úgy, hogy az általunk kínált 4-5 féle csőcsatlakozóból választ, de kérheti azt is, hogy csak simán dugózzuk le a csatlakozót, mert majd a saját fejlesztésű csatlakozójával fogja bekötni a rendszerébe a pumpát.

Készítettem néhány fényképet pár típusú szivattyúinkról, hogy jobban rá tudjon világítani a beadandóm témájára, illetve úgy gondolom, hogy képeken látva talán könnyebb elképzelni, hogy mit is szeretnék modellezni a beadandóm során. A különböző típusú szivattyúk az alábbi fényképeken láthatóak.



1. ábra CR3 szivattyú saválló talppal és hagyományos motorral



2. ábra CR3 szivattyú "okos" motorral és öntöttvas talppal

2. Ontológia tervezés lépései

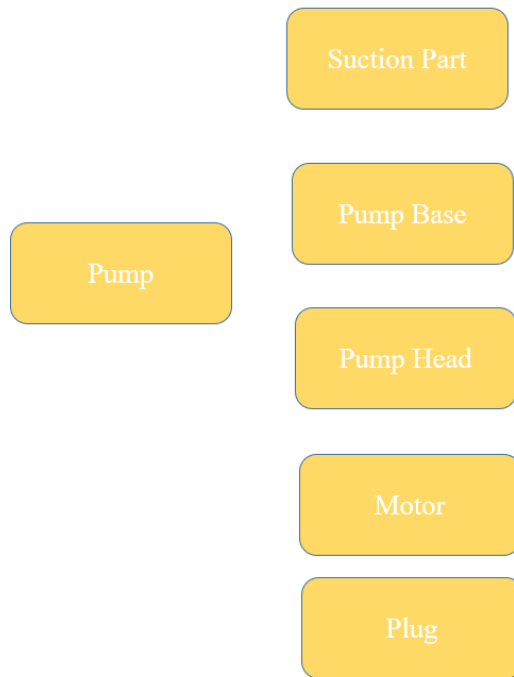
2.1. Felhasznált adatok ismertetése

A tervezés első fázisaként megnéztem, hogy milyen adatok állnak rendelkezésünkre ebben a témában. Ezeket szeretném most sorban bemutatni:

- **Szivattyú típusa**
 - Név (CR1. CR3 stb...)
 - Térfogatáramok (-1, -3, -5, -10, -15, -20 m³/h)
- **Szívórész**
 - Kamra szám
 - Impeller (járókerék) szám
- **Talprész**
 - Méret (-1, -3, -5, -10, -15, -20 -ös szivattyúhoz való)
 - Anyag (öntöttvas vagy saválló)
- **Fejrész**
 - Méret (Motortípustól függően F85, F90, F100, F110)
- **Motor**
 - Típus (MG, MGE, Saver)
 - Feszültség
 - Frekvencia
 - Fázis
- **Csőcsatlakozó**
 - Név
 - Anyag (öntöttvas vagy saválló)

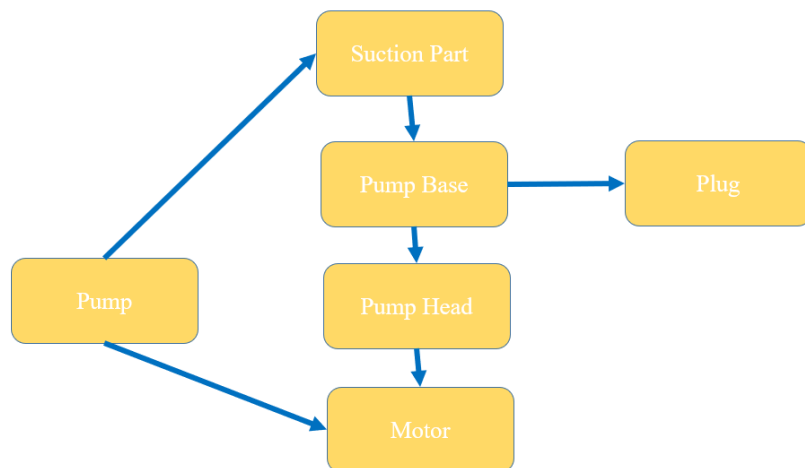
2.2. Classok hierarchiája, object- és data properties

Első lépésként papíron dolgoztam és igyekeztem az ontológia „layout”-ját és a kapcsolatokat elrendezni, részletezni. Ezután excelben próbáltam digitalizálni és virtualizálni a papíron lévő adataimat. A nagyon kezdetleges állapot a 3. ábrán látható.



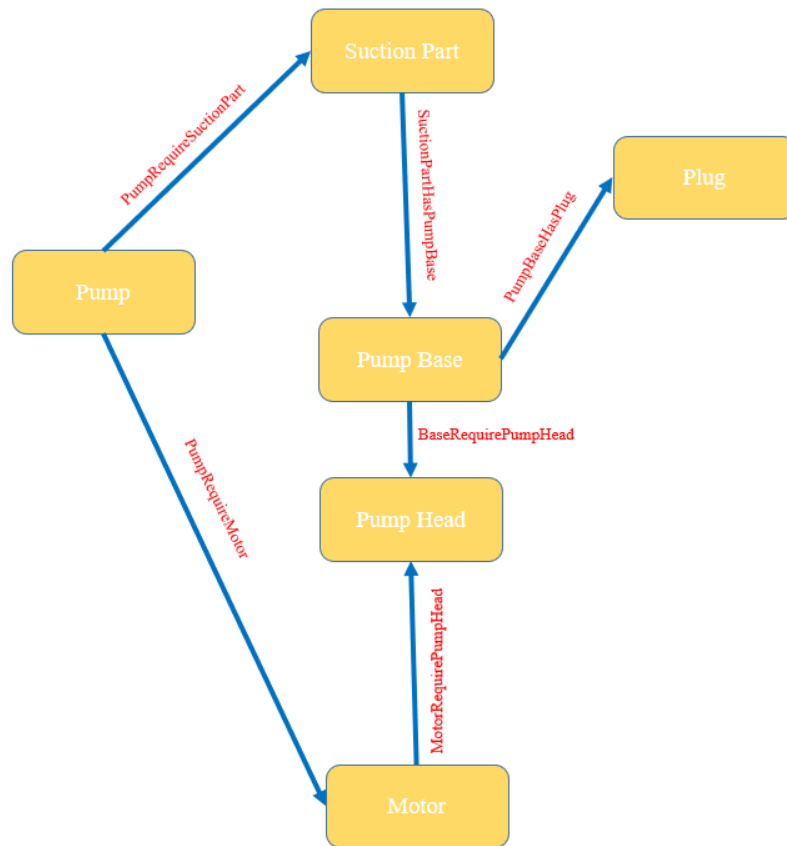
3. ábra Tervezés első fázisa: Lehetséges classok

Ezután arra helyeztem a hangsúlyt, hogy megtaláljam az egyes classok közötti kapcsolatot. Ez már nehezebb dolog volt, hiszen jól át kellett gondolnom, hogy a rendszerem valóban működőképes legyen. A classok közötti kapcsolatot a 4. ábrán lehet látni.



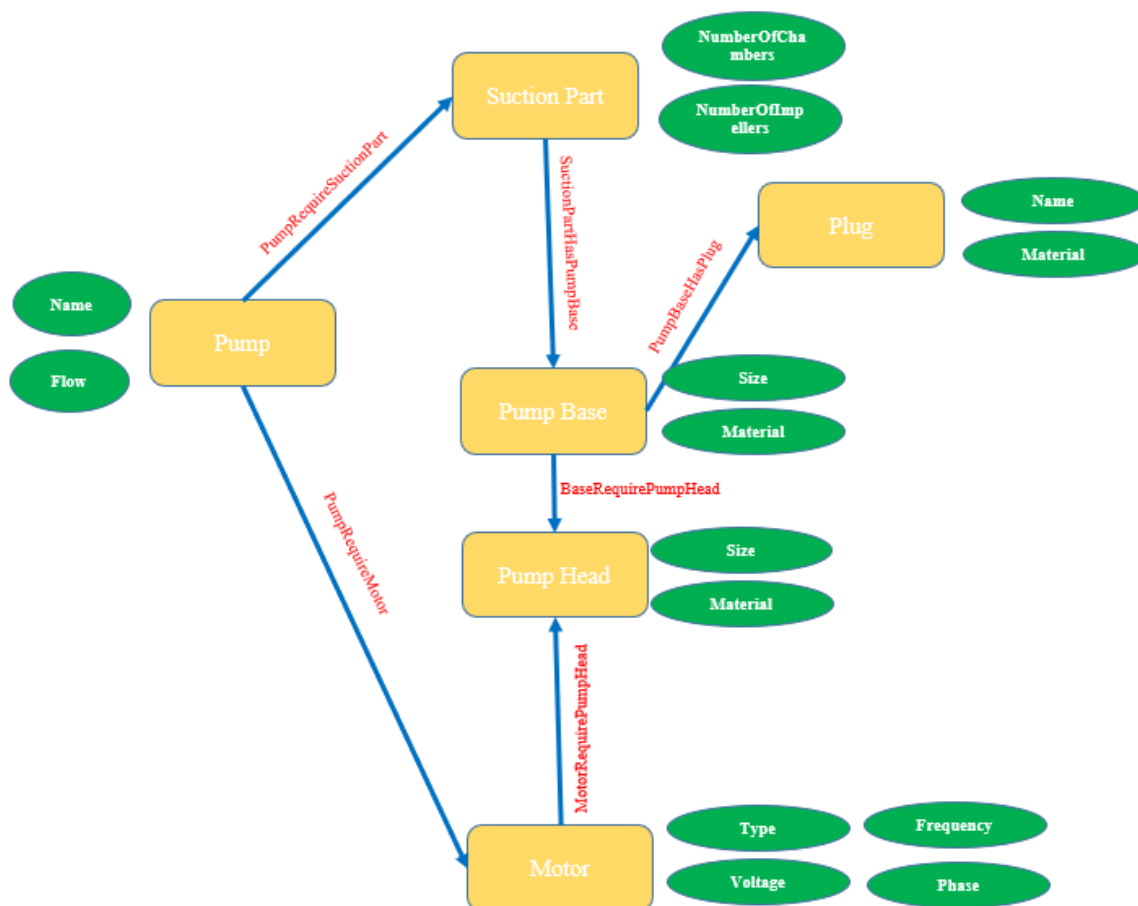
4. ábra Classok közötti kapcsolat iránya

Harmadik lépésként az ábrára felvezettem az „object properties” neveket, beállításokat.



5. ábra Object properties

Negyedik lépésként pedig meghatároztam a data property-ket. Ez volt talán számomra az egyik legnehezebb feladat, hiszen millió adat áll rendelkezésünkre az egyes komponenseknél. Próbáltam a modellt viszonylagosan egyszerűre és átláthatóra megcsinálni, ezért pár adatot hoztam csak létre az egyes classokhoz. Illetve azt szeretném megemlíteni, hogy a számszerűsített adatok nem a valóságot tükrözik (ipari titkok miatt).



6. ábra Data properties

2.2.1. Adatok betöltése Excel formátumba

Következő lépésben az adatokat felvittem Excelbe, hiszen a protege nagyon jól kezeli ezt a formátumot, nem beszélve arról, hogy sokkal gyorsabban és átláthatóbban lehet így dolgozni, mintha egyesével vinném be az adatokat az ontológiába, hiszen az rengeteg kattintással járna. A teljes adattáblát mellékeltem excel formátumban a beadandóhoz.

	pumpname	pumpflow		suctionPartNumberOfChambers	suctionPartNumberOfImpellers		PumpBaseSize	PumpBaseMaterial		PumpHeadSize	PumpHeadMaterial		PlugName	PlugMaterial		MotorType	MotorFrequency	MotorVoltage	MotorPhase
P1	CR1	1	S1	1	1	PB1	1	Cast iron	PH1	1	Cast iron	PL1	Plug 01	Cast iron	M1	MG1	50	230	1
P2	CR3	3	S2	3	3	PB2	1	Stainless steel	PH2	1	Stainless steel	PL2	Plug 02	Stainless steel	M2	MG2	50	400	3
P3	CR5	5	S3	5	5	PB3	3	Cast iron	PH3	3	Cast iron	PL3	Plug 03	Cast iron	M3	MG3	50	230	1
P4	CR10	10	S4	10	10	PB4	3	Stainless steel	PH4	3	Stainless steel	PL4	Plug 04	Stainless steel	M4	MG4	50	400	3
P5	CR15	15	S5	15	15	PB5	5	Cast iron	PH5	5	Cast iron	PL5	Plug 05	Cast iron	M5	MG5	50	230	1
P6	CR20	20	S6	20	20	PB6	5	Stainless steel	PH6	5	Stainless steel	PL6	Plug 06	Stainless steel	M6	MG6	50	400	3
						PB7	10	Cast iron	PH7	10	Cast iron	PL7	Plug 07	Cast iron	M7	MG7	50	230	1
						PB8	10	Stainless steel	PH8	10	Stainless steel	PL8	Plug 08	Stainless steel	M8	MG8	50	400	3
						PB9	15	Cast iron	PH9	15	Cast iron	PL9	Plug 09	Cast iron					
						PB10	15	Stainless steel	PH10	15	Stainless steel	PL10	Plug 10	Stainless steel					
						PB11	20	Cast iron	PH11	20	Cast iron	PL11	Plug 11	Cast iron					
						PB12	20	Stainless steel	PH12	20	Stainless steel	PL12	Plug 12	Stainless steel					

7. ábra Adattábla

P1	S1				
P2		S2			
P3			S3		
P4				S4	
P5					S5
P6					S6

8. ábra Pump - Suction Part adattábla

2.3. Ontológia bővítése: namespace - vocabulary bevonás

Az adatok betöltése után az ontológiámat namespace bevonással folytatom. 2 namespace jöhetett szóba, ami szerintem használható lenne ennél a modellnél. Az egyik az SMO, a másik pedig a RAMI.

SMO:

A Semantic Manufacturing Ontology használatát azért tartom indokoltnak ebben az esetben, mert a classoknál és az object properties-nél is megfelelő modulokat támogat. Itt lehetne példaként említeni object property esetén a „requires” modult.

RAMI:

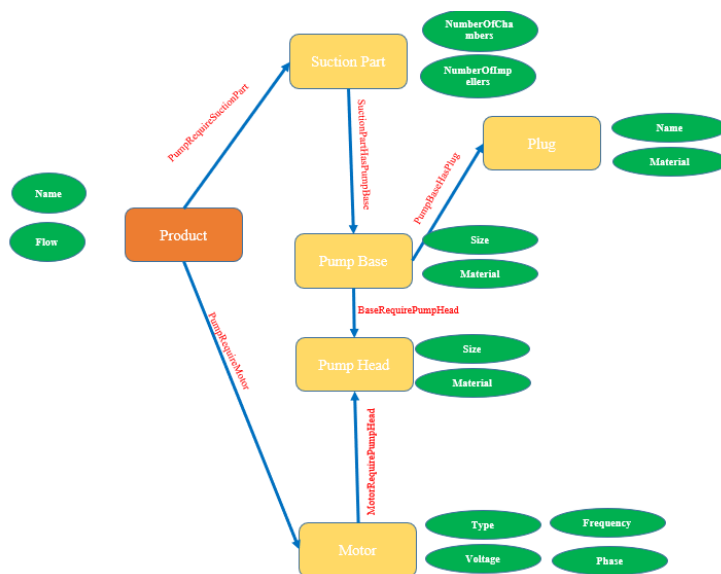
A RAMI használata megkönnyíti a komplex ipari rendszerek modellezését. Számomra azért szükséges a használata, mert az ontológiában nagyon sok a „has” típusú kapcsolat és a RAMI ezeket tartalmazza. Valamint data properties esetén nálam is megtalálható a name, voltage.

Namespace bevonás után a „Pump” helyett a „Product”-ot fogom használni, hiszen a 2 teljesen megegyezik.



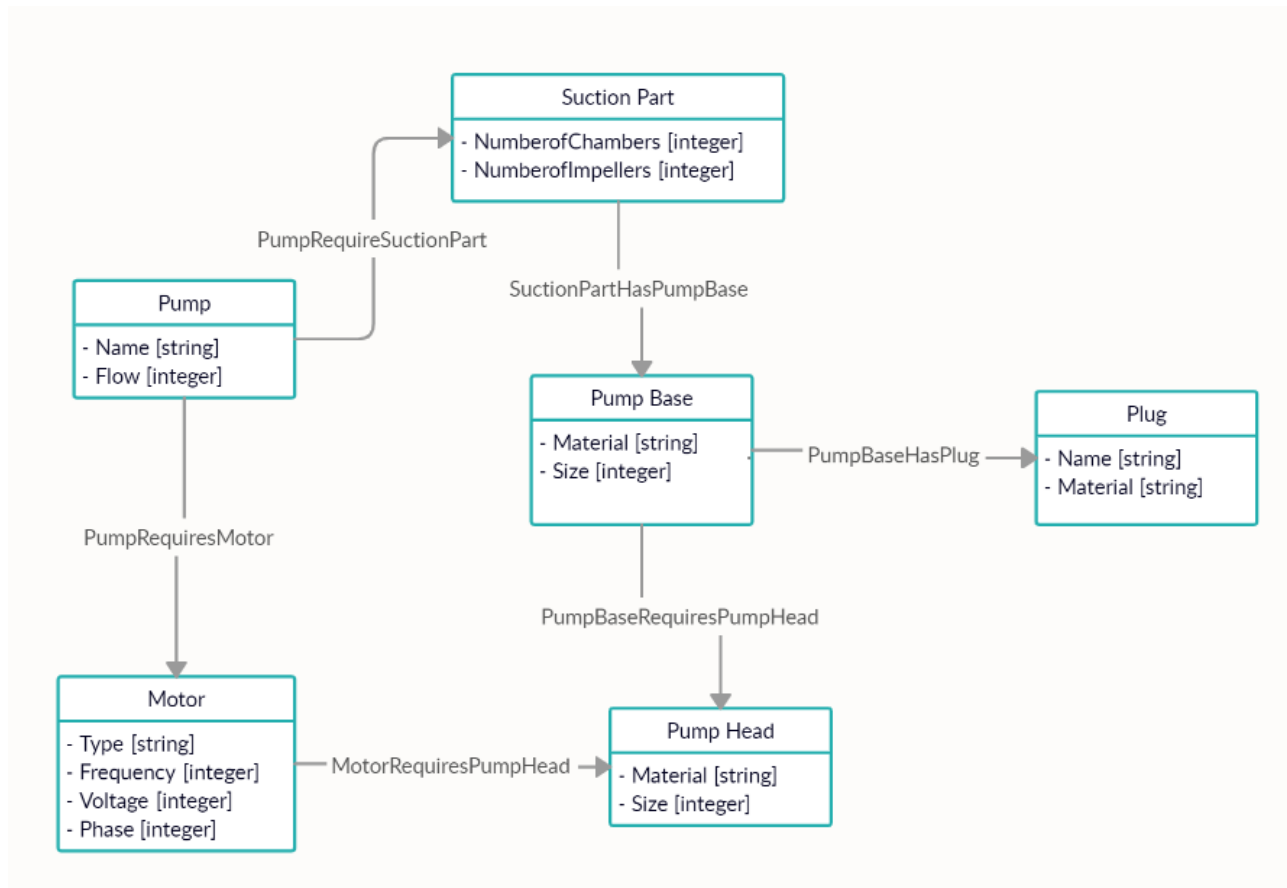
9. ábra Csere namespace bevonás után

Tehát a továbbiakban így fog kinézni az ontológiám:



10. ábra Ontológia szerkezete Namespace bevonás után

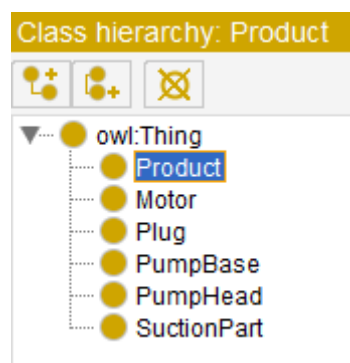
2.4. UML diagram a végleges ontológiáról



11. ábra Végleges ontológia UML rajza

3. Ontológia felépítése Protégé-ben

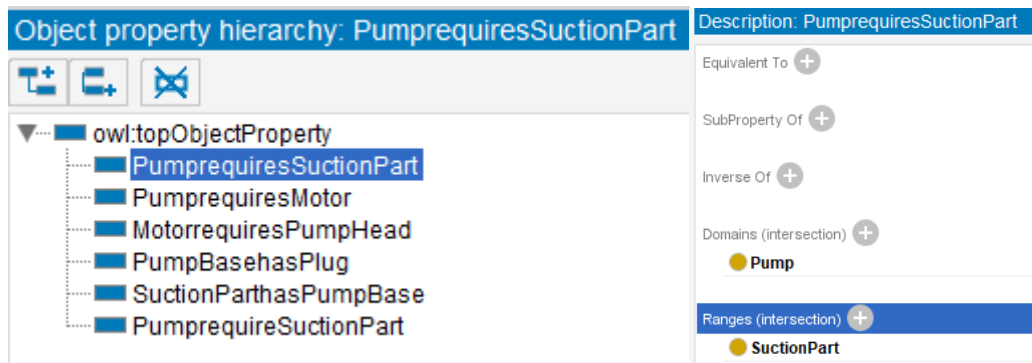
Ebben a fejezetben felépítem a modellem a protégé-ben és néhány lépést is be fogok mutatni. Elsőként létrehoztam a classokat:



12. ábra Class hierarchy protégé-ben

Object properties:

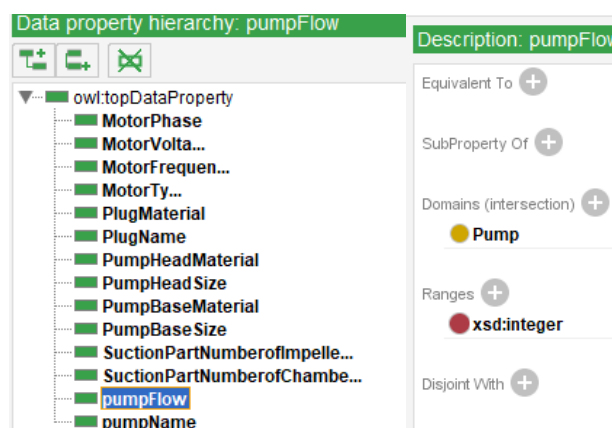
Majd folytattam az object properties fülön a beállításokat. A képen látható például a Pump és a Suction Part viszonya egymáshoz. A pumpa típusa egyértelműen megköveteli/meghatározza a szívórészt. Nyíl irány a pumpától a szívórész felé lesz. Tehát ebből következik, hogy a Domain a Pump, Ranges pedig a SuctionPart lesz.



13. ábra Object properties

Data properties:

A következő ábrán láthatóak a beállítások. Viszonylag könnyű dolgom volt, hiszen a változók integer vagy string típusúak ebben az esetben. Felvettem tehát sorban mind a 14 data property-t és beállítottam a hozzájuk tartozó típust (integer vagy string).



14. ábra Data properties

Namespace bevonás:

Ontology imports	
Ontology Prefixes	
General class axioms	
Ontology prefixes	
Prefix	
owl	http://www.semanticweb.org/79796/ontologies/2020/11/WaterPump#
rami	http://www.w3.org/2002/07/owl#
rdf	~http://ais.fraunhofer.de/vocabs/rami#
rdfs	http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
smo	http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#
xml	http://www.w3.org/XML/1998/namespace
xsd	http://www.w3.org/2001/XMLSchema#

13. ábra Namespace bevonás

3.1. Adatok betöltése

Az adatokat Excelből fogom bevinni az ontológiámba. Példaként 1-et kiragadnék, a többit is hasonló módon csináltam meg.

Workbook (C:\Users\79796\OneDrive - Grundfos\Desktop\Folyamatinformatika\Beeadandó\Adatok_betoltes.xlsx)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	P1	S1							
2	P2		S2						
3	P3			S3					
4	P4				S4				
5	P5					S5			
6	P6						S6		
7									
8									
9									
10									
11									

Transformation Rules

14. ábra Adatok bevitele Excelből

Következő lépésben megírom a parancsot, hogy az egyes összefüggéseket hogyan értelmezze a rendszer. Lássuk erre is a példát:

Transformation Rule Editor

Sheet name: Pump-SuctionPart

Start column: B

End column: G

Start row: 1

End row: +

Comment:

Rule:

Individual: @A*

Types: Product

Facts: PumprequiresSuctionPart|@**

15. ábra Adatok bevitele 2

Itt láthatjuk, hogy az individualom az A oszlopban található és a hozzá tartozó adatokat pedig B-G oszlopok között fogjuk keresni. Ezen kívül megadtam a 2 class közötti kapcsolatot. Ezután pedig a „Generate” gombbal legeneráltam az axiomákat, majd az „Add to current ontology” gombbal hozzá is adtam az aktuális ontológiámhoz. Ezt a műveletet elvégeztem minden egyes object property esetén.

Ezután elkezdtem bevinni a data propertyket is. Ez a következő módon néz ki:

Sheet name: DATA

Start column: A

End column: A

Start row: 2

End row: +

Comment:

Rule:

Individual: @A*

Types: Product

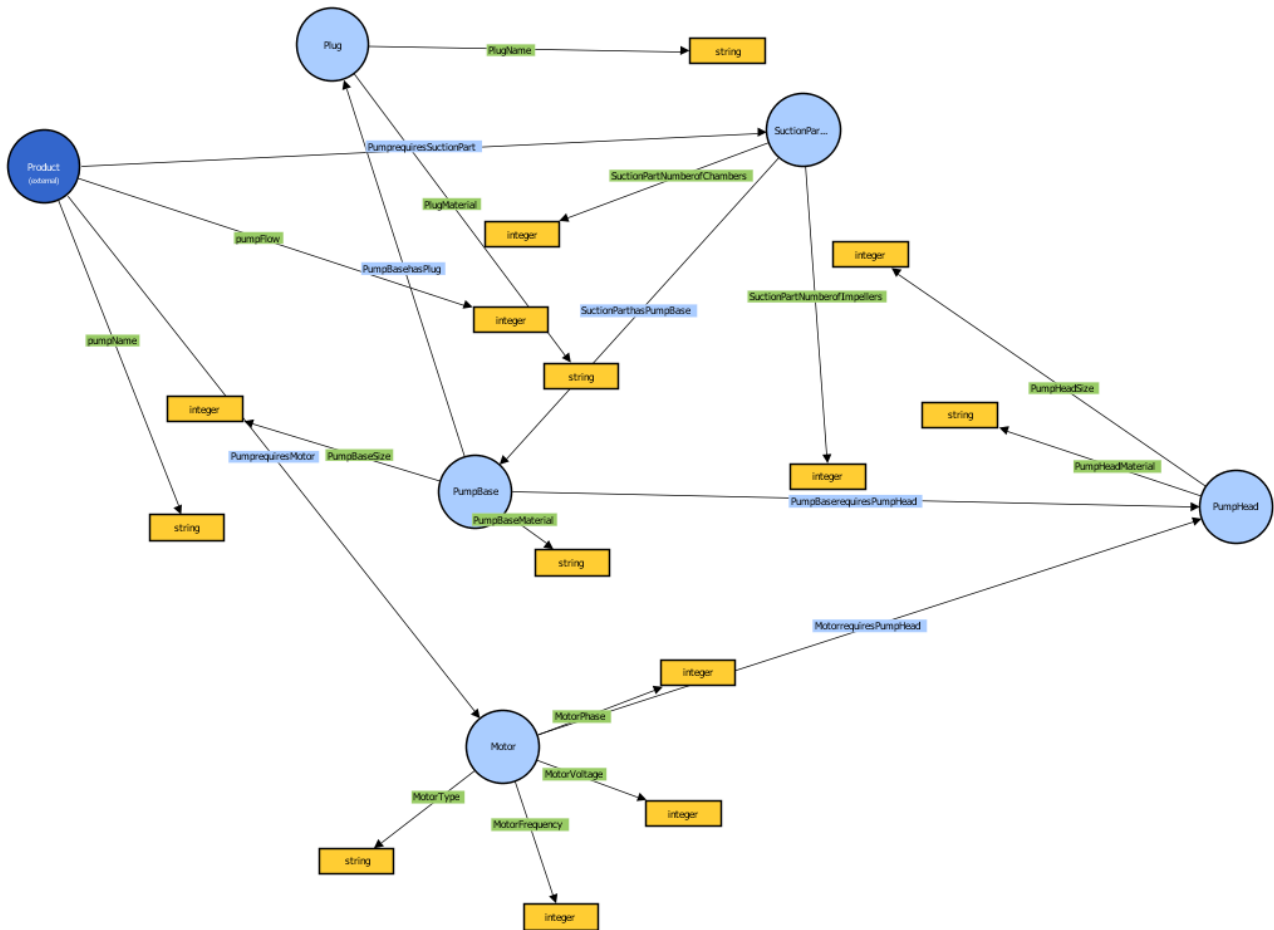
Facts: pumpName @B*(xsd:string),
pumpFlow @C*(xsd:integer)

16. ábra Adatok bevitele 3

A lépések hasonlóak az object property-knél alkalmazottakhoz. Itt is ugyanúgy legenerálom az axiómákat, majd pedig hozzáadom az aktuális ontológiához.

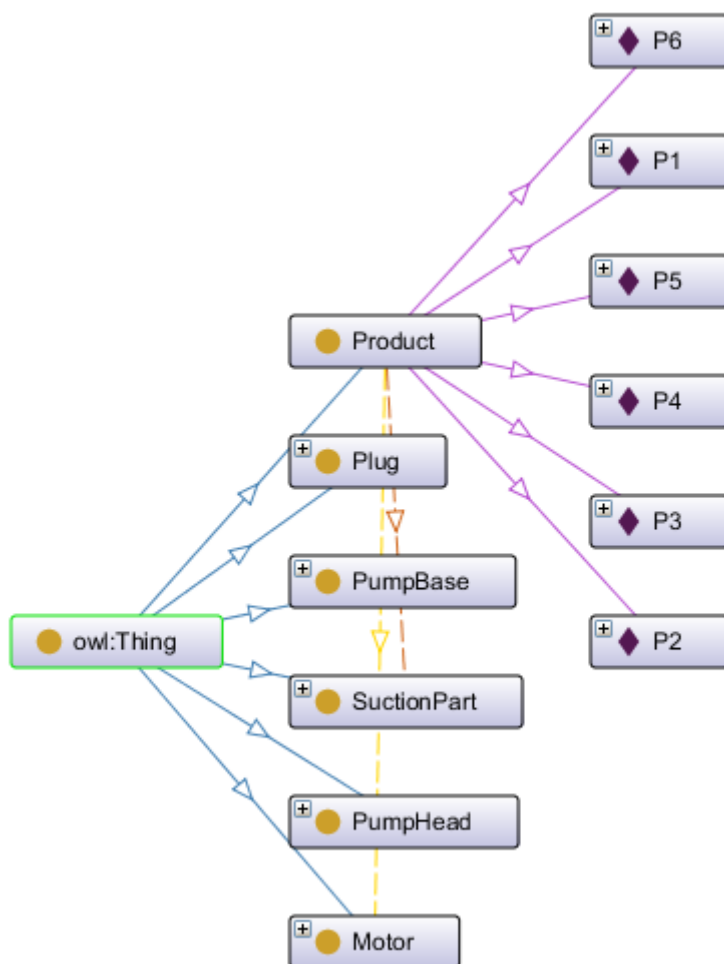
3.2. Kész ontológia vizualizációja VOWL és OntoGraph pluginnal

VOWL:



17. ábra Kész ontológia VOWL nézetben

Itt a teljes ontológiát nem bontottam ki a bevágott képen, mert nagyon zavaros lett volna és nehezen lehetett volna kiigazodni rajta. Így csak a Product class individualjai látszanak a képen. Természetesen az OWL file mellékeltem, amiben meg lehet tekinteni a teljes ontológia szerkezetét, felépítését.



18. ábra Kész ontológia OntoGraph nézetben

3.3. SPARQL lekérdezések

„A SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language) egy RDF lekérdező nyelv, melynek segítségével különféle adatbázisokhoz adhatunk meg lekérdezéseket. A SPARQL segítségével Resource Description Framework formátumban tárolt adatokat módosíthatunk, és nyerhetünk ki az adatbázisból. A World Wide Web Consortium RDF Data Access Working Group (DAWG) csoportja által nyílt szoftver szabvánnyá vált, és azóta a szemantikus adatbázisok kezelésének egyik legfontosabb technológiájaként tartják számon. 2008. január 15-én a SPARQL 1.0 hivatalos W3C ajánlássá vált.

A SPARQL lekérdezések triple mintákból, konjunkciókból, diszjunkciókból és opcionális mintákból állnak. Implementációk többféle programozási nyelvre is léteznek. Sir Tim Berners-Lee egy 2006 májusában adott interjújában kijelentette, hogy a SPARQL használata hatalmas változásokat fog hozni az érintett programozási területek fejlődésében.

Számos eszköz létezik, melyek segítségével megkönnyíthetjük, illetve félig automatizálhatjuk a SPARQL lekérdezések létrehozását, ezek közül az egyik legismertebb a ViziQuer. Továbbá olyan eszközök is rendelkezésre állnak, melyek SPARQL lekérdezéseket más lekérdező nyelvekre, pl SQL-re, vagy XQuery-re fordítanak le.”

[Forrás: <https://hu.wikipedia.org/wiki/SPARQL>]

Első lekérdezés:

Az első lekérdezés nagyon egyszerű volt. Itt azt néztem meg, hogy adott motornak mi a típusa, ehhez melyik pumpafej kell, valamint kilistáztam még a pumpafej méretét is. Ezek után Motor szerint sorba rendeztem a táblázatot.

SPARQL query				
<pre> 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 saját: <http://www.semanticweb.org/79796/ontologies/2020/11/WaterPump#> PREFIX co: <http://ais.fraunhofer.de/Vocab/ramit#> SELECT ?Motor ?MotorType ?PumpHead ?PumpHeadSize WHERE { ?Motor saját:MotorType ?MotorType. ?Motor saját:MotorrequiresPumpHead ?PumpHead. ?PumpHead saját:PumpHeadSize ?PumpHeadSize } ORDER BY ?Motor </pre>				
Motor	MotorType	PumpHead	PumpHeadSize	
M1	"MG1"	PH1	"1" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M1	"MG1"	PH2	"1" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M2	"MG2"	PH1	"1" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M2	"MG2"	PH2	"1" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M2	"MG2"	PH3	"3" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M2	"MG2"	PH4	"3" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M3	"MG3"	PH3	"3" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M3	"MG3"	PH4	"5" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M3	"MG3"	PH5	"3" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M4	"MG4"	PH7	"10" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M4	"MG4"	PH5	"5" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M4	"MG4"	PH6	"5" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M5	"MGE1"	PH3	"15" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M5	"MGE1"	PH9	"15" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M5	"MGE1"	PH6	"5" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M5	"MGE1"	PH7	"10" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M6	"MGE2"	PH9	"15" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M7	"MGE3"	PH10	"15" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M8	"MGE4"	PH12	"20" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	
M8	"MGE4"	PH11	"20" ^{^^} <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer>	

19. ábra Első SPARQL lekérdezés

Második lekérdezés:

Második lekérdezésemnél a szívorészekhez tartozó kamra és impellerszámot listáztam ki, majd megnéztem, hogy melyik szívorészhez melyik pumpatalp passzol. Ezután még melléraktam a

pumpatalp méretét, valamint anyagát is. Legutolsó lépésben pedig csináltam egy szűrést, hogy csak azokat a szivórészeket mutassa, amelyik „stainless steel” anyagú pumpatalpba szerelhetőek.

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 saját: <http://www.semanticweb.org/19796/ontologies/2020/11/WaterPump#>
PREFIX co: <http://ais.fraunhofer.de/vocab/rami#Product>

SELECT ?SuctionPart ?SuctionPartNumberofChambers ?SuctionPartNumberofImpellers ?PumpBase ?PumpBaseSize ?PumpBaseMaterial
WHERE {
  ?SuctionPart saját:SuctionPartNumberofChambers ?SuctionPartNumberofChambers.
  ?SuctionPart saját:SuctionPartNumberofImpellers ?SuctionPartNumberofImpellers.
  ?SuctionPart saját:SuctionPartHasPumpBase ?PumpBase.
  ?PumpBase saját:PumpBaseSize ?PumpBaseSize.
  ?PumpBase saját:PumpBaseMaterial ?PumpBaseMaterial.
  FILTER (?PumpBaseMaterial="Stainless steel")
}
```

SuctionPart	SuctionPartNumberofChambers	SuctionPartNumberofImpellers	PumpBase	PumpBaseSize	PumpBaseMaterial
S6	"20"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"20">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB12	"20"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB12		"20"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer "Stainless steel"	
S5	"15"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"15">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB10	"15"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB10		"15"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer "Stainless steel"	
S4	"10"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"10">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB8	"10"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB8		"10"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer "Stainless steel"	
S2	"3"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"3">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB4	"3"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB4		"3"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer "Stainless steel"	
S3	"5"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"5">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB6	"5"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB6		"5"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer "Stainless steel"	
S1	"1"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"1">http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB2	"1"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer PB2		"1"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer "Stainless steel"	

20. ábra Második lekérdezés

Harmadik lekérdezés:

Harmadik lekérdezésemnél a pumpatalpak adatait listáztam ki, majd pedig a hozzájuk tartozó csatlakozókét. Ezután leszűrtem a listát, hogy csak az 5 vagy annál nagyobb méretű talpak maradjanak meg. Végül a talp mérete szerint rendeztem sorba a táblázatot.

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 saját: <http://www.semanticweb.org/19796/ontologies/2020/11/WaterPump#>
PREFIX rami: <http://ais.fraunhofer.de/vocab/rami#>

SELECT ?PumpBase ?PumpBaseSize ?PumpBaseMaterial ?Plug ?PlugName ?PlugMaterial
WHERE {
  ?PumpBase saját:PumpBaseSize ?PumpBaseSize.
  ?PumpBase saját:PumpBaseMaterial ?PumpBaseMaterial.
  ?PumpBase saját:PumpBaseHasPlug ?Plug.
  ?Plug saját:PlugName ?PlugName.
  ?Plug saját:PlugMaterial ?PlugMaterial.
  FILTER (?PumpBaseSize>=5)
}

ORDER BY ?PumpBaseSize
```

PumpBase	PumpBaseSize	PumpBaseMaterial	Plug	PlugName	PlugMaterial
PB5	"5"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"Cast Iron"	PL5	"Plug 05"	"Cast Iron"	
PB6	"5"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"Stainless steel"	PL6	"Plug 06"	"Stainless Steel"	
PB8	"10"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"Stainless steel"	PL8	"Plug 08"	"Stainless Steel"	
PB7	"10"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"Cast Iron"	PL7	"Plug 07"	"Cast Iron"	
PB10	"15"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"Stainless steel"	PL10	"Plug 10"	"Stainless Steel"	
PB9	"15"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"Cast Iron"	PL9	"Plug 09"	"Cast Iron"	
PB12	"20"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"Stainless steel"	PL12	"Plug 12"	"Stainless Steel"	
PB11	"20"<>http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"Cast Iron"	PL11	"Plug 11"	"Cast Iron"	

21. ábra Harmadik lekérdezés

LTHRW3_Folyamatinformatika.ZIP tartalma:

- LTHRW3_dokumentacio.PDF
- LTHRW3.OWL
- LTHRW3_data.xlsx