

# Συστήματα και Τεχνολογίες Γνώσης

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών  
Ηλεκτρονικών Υπολογιστών ΕΜΠ

## Ατομική Εργασία

**Ονοματεπώνυμο:** Καραπαναγιώτης Ευστράτιος

**Αριθμός Μητρώου:** 03115177

### Γενικά:

Στη συγκεκριμένη εργασία ζητήθηκε να κατασκευαστεί μια σημασιολογική βάση γνώσης για δεδομένα που σχετίζονται με μέσα μεταφοράς. Η βάση σχεδιάστηκε σύμφωνα με τα δρομολόγια αστικών συγκοινωνιών της Αθήνας, που παρέχονται από τον ΟΑΣΑ. Ως περιβάλλον ανάπτυξης της οντολογίας χρησιμοποιήθηκε το Protege με κυριότερο στόχο την ευκολότερη κατασκευή του Tbox. Για τον εμπλουτισμό της βάσης με ισχυρισμούς (Abox) έγινε αρχικά μετατροπή των αρχικών δεδομένων του ΟΑΣΑ σε RDF N-triples. Ως αποθήκη των τριάδων και της συνολικής οντολογίας χρησιμοποιήθηκε το Openlink Virtuoso.

### Μετατροπή Δεδομένων:

Για την μετατροπή των raw δεδομένων σε RDF τριάδες δημιουργήθηκαν για κάθε αρχείο εισόδου διαφορετικά scripts Python τα οποία καλούνται στο τέλος από ένα που τα συντονίζει. Όλα αυτά γράφουν σε ένα κοινό αρχείο (κατάληξης .ttl) τις τριάδες που αντιστοιχούν σε κάθε αρχείο εισόδου. Η πρώτη γραμμή του κάθε αρχείου χρησιμοποιήθηκε για την αναφορά κλάσεων και την αντιστοίχιση των δεδομένων σε αυτές. Κάθε στήλη αποτελεί στην οντολογία μια κλάση, εκτός από ορισμένες περιπτώσεις. Ακολουθήθηκε αυτή η απόφαση καθώς τα αρχικά δεδομένα εκφράζουν τα περισσότερα resources μέσω ακεραίων αριθμών. Οπότε προκειμένου στην οντολογία να επικρατεί άμεση πρόσβαση και εξαγωγή συμπερασμάτων όλα τα resources ανήκουν στις αντίστοιχες κλάσεις τους αντί σε έναν πρωτογενή τύπο δεδομένων.

Μια επιπλέον λεπτομέρεια που υιοθετήθηκε από το σύστημα προκειμένου να γίνει πιο φορμαλιστικό είναι ο διαχωρισμός των IRIs resources από αυτά της καθαρής οντολογίας. Συγκεκριμένα, η δήλωση των κλάσεων και των ιδιοτήτων αναφέρονται σε IRIs της μορφής [http://project-stratos.org/ontology/\[...\]](http://project-stratos.org/ontology/[...]) ενώ τα άτομα τα οποία αυτά έχουμε ως αρχικά δεδομένα σε IRIs της μορφής [http://www.project-stratos.org/resources/\[...\]](http://www.project-stratos.org/resources/[...]).

Τέλος, όλα τα άτομα, οι κλάσεις και οι ιδιότητες της οντολογίας διαχωρίστηκαν σε 6 κατηγορίες:

1. agency
2. feed
3. calendar

4. stop
5. route
6. trip

οι οποίες αντιστοιχούν (σε γενικές γραμμές) στα αρχεία εισόδου που χρησιμοποιήθηκαν.

Επομένως, η συνολική ονοματολογία ενός αντικειμένου στην οντολογία είναι της μορφής:

[http://www.project-stratos.org/\[ontology, resources\]/\[agency, feed, calendar, stop, route, trip\]/\[...\]](http://www.project-stratos.org/[ontology, resources]/[agency, feed, calendar, stop, route, trip]/[...])

όπου επιλέγεται ένα όνομα από τις δύο λίστες σε κάθε περίπτωση.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο Python scripts (για λόγους χώρου) και εξηγείται η βασική τους λειτουργία.

### fScripts.calendarToRDF.py

```
#!/usr/bin/env python3

def to_rdf(service_id, monday, tuesday, wednesday, thursday, friday, saturday, sunday, start_date,
end_date):

    monday = 'false' if monday == '0' else 'true'
    tuesday = 'false' if tuesday == '0' else 'true'
    wednesday = 'false' if wednesday == '0' else 'true'
    thursday = 'false' if thursday == '0' else 'true'
    friday = 'false' if friday == '0' else 'true'
    saturday = 'false' if saturday == '0' else 'true'
    sunday = 'false' if sunday == '0' else 'true'

    rdf_form = ""
    if service_id != "":
        rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">"
        rdf:type owl:NamedIndividual .\n"
        rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">"
        rdf:type <http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/ServiceId> .\n"

    if monday != "":
        rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">"
        <http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/serviceOnMonday> " + monday + " .\n"
    if tuesday != "":
        rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">"
        <http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/serviceOnTuesday> " + tuesday + " .\n"
    if wednesday != "":
        rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">"
        <http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/serviceOnWednesday> " + wednesday + " .\n"
    if thursday != "":
        rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">"
        <http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/serviceOnThursday> " + thursday + " .\n"
    if friday != "":
        rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">"
```

```

<http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/serviceOnFriday> " + friday + " .\n"
if saturday != "":
rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">
<http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/serviceOnSaturday> " + saturday + " .\n"
if sunday != "":
rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">
<http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/serviceOnSunday> " + sunday + " .\n"
if start_date != "":
rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/start-dates/" +
start_date + "> rdf:type owl:NamedIndividual .\n"
rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/start-dates/" +
start_date + "> rdf:type <http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/ServiceStartDate> .\n"
rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">
<http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/serviceHasStartDate> " + start_date + " .\n"
if end_date != "":
rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/end-dates/" +
end_date.replace("\n", "") + "> rdf:type owl:NamedIndividual .\n"
rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/end-dates/" +
end_date.replace("\n", "") + "> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/ServiceEndDate> .\n"
rdf_form = rdf_form + "<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/" + service_id + ">
<http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/serviceHasEndDate> " + end_date.replace("\n", "")
+ " .\n"

return rdf_form

def main(work_dir):
fp = open(work_dir + "/oasa/calendar.txt", "r", encoding="utf-8")

_ = fp.readline()

instances = []
line = fp.readline()
while line:
instances.append(line.split(","))
line = fp.readline()

# Append to File
wp = open(work_dir + "/projectABox.ttl", "a+", encoding="utf-8")

for instance in instances:
wp.write(to_rdf(instance[0], instance[1], instance[2], instance[3],\
instance[4], instance[5], instance[6], instance[7], instance[8], instance[9]))

wp.write("\n")
wp.close()

```

Ξεκινώντας από τη main συνάρτηση βλέπουμε ότι κάθε script παίρνει ως είσοδο μια παράμετρο **work\_dir**. Αυτή δηλώνει τη θέση του script allToRDF.py που συντονίζει όλα τα script που γράφουν. Επίσης, θεμελιώνει και τη σχετική θέση των scripts ως προς το βασικό. Στη συνέχεια κάθε script ανοίγει το αρχείο

που του αντιστοιχεί για να διαβάσει τα raw data (στην περίπτωση αυτή τα raw data βρίσκονται στον φάκελο oasa και ανοίγει το calendar.txt). Διαβάζουν την πρώτη γραμμή η οποία δεν φέρει κάποια άμεσα σημαντική πληροφορία και έπειτα αποθηκεύουν τι υπόλοιπες γραμμές σε μια λίστα από λίστες. Οι λίστες αποτελούνται από τον τεμαχισμό κάθε γραμμής ως προς τον χαρακτήρα ‘,’ μιας και τα raw data έχουν αποθηκευτεί σε μορφή **csv**. Έπειτα, κάθε λίστα μετατρέπεται σε RDF N-triples μέσω της συνάρτησης **to\_rdf**. Οι τριπλέτες ακολουθούν την ονοματολογία και τις συμβάσεις της οντολογίας που κατασκευάστηκε. Σε γενικές γραμμές δηλώνεται κάθε resource σε ποια κλάση ανήκει και πως συνδέονται μέσω κάποιας ιδιότητας τα resources μεταξύ τους. Εξαίρεση αποτελούν τα απαριθμήματα για τα οποία η κλάση τους δηλώνεται στο Protege προκειμένου να αποφευχθεί η επαναλαμβανόμενη δήλωση τους κατά την ανάγνωση των αρχείων.

Στο παράδειγμα, ακολουθείται μια επιπλέον σύμβαση-εξαίρεση, καθώς οι τιμές των στηλών monday, tuesday, wednesday, thursday, friday, saturday και sunday έχουν μετατραπεί από το ακέραιο απαριθμήμα {0, 1} στο {false, true} που αποτελεί τον πρωτογενή τύπο δεδομένων **xsd:boolean** της XML Schema. Αφότου γίνει μετατροπή μιας γραμμής αυτή γράφεται στο κοινό τελικό αρχείο που έχει τις τριπλέτες RDF (εδώ projectABox.ttl). Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε γραμμή του αρχείου εισόδου. Αυτό το σχήμα ακολουθείται σε όλα τα Python scripts που μετατρέπουν τα raw δεδομένα σε N-Triples.

## allToRDF.py

```
#!/usr/bin/env python3

import os

import fScripts.agencyToRDF
import fScripts.calendarToRDF
import fScripts.feedToRDF
import fScripts.routesToRDF
import fScripts.stopsToRDF
import fScripts.stopTimesToRDF
import fScripts.tripsToRDF

# Append to File
wp = open("projectABox.ttl", "w", encoding="utf-8")
# RDF basic declarations
rdf_form = '''# RDF N-Triples for project @ made by Stratos

@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
@prefix pso: <http://www.project-stratos.org/ontology/> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix xml: <http://www.w3.org/XML/1998/namespace> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .

...

# Write them at the beginning of the file
wp.write(rdf_form)
# Close the file so that there won't
# be an error when opened by the other programs
wp.close()
```

```
# Get working directory
work_dir = os.getcwd()

fScripts.agencyToRDF.main(work_dir)
fScripts.calendarToRDF.main(work_dir)
fScripts.feedToRDF.main(work_dir)
fScripts.routesToRDF.main(work_dir)
fScripts.stopsToRDF.main(work_dir)
fScripts.stopTimesToRDF.main(work_dir)
fScripts.tripsToRDF.main(work_dir)
```

Το script `allToRDF.py` είναι αυτό που συντονίζει όλα τα υπόλοιπα Python scripts για να δημιουργηθεί το Turtle αρχείο. Παρόλο που τα δεδομένα εισόδου μετατρέπονται σε ισχυρισμούς σε μορφή τριάδων επιλέχθηκε η Turtle σειριοποίηση αντί της Ntriples (.nt). Ο λόγος για τον οποίο έγινε κάτι τέτοιο είναι ότι στις δηλώσεις των ισχυρισμών χρησιμοποιούνται ονοματοχώροι (π.χ. owl, xsd) προκειμένου να μην είναι μακροσκελείς και να είναι πιο ευανάγνωστοι. Η δήλωση ενός ονοματόχωρου στο πρότυπο Turtle γίνεται με το κλειδωμένο `prefix`. Να σημειωθεί πως το πρότυπο Ntriples αναφέρεται στη W3 ότι είναι υποσύνολο του Turtle προτύπου με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν ασυνέπειες στην αναπαράσταση των ισχυρισμών.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο το script αυτό πρέπει να τροφοδοτεί τα υπόλοιπα scripts (fScripts) με την τοποθεσία του και την τοποθεσία του αρχείου εξόδου (projectABox.ttl). Διαδοχικά καλεί τις main συναρτήσεις για εγγραφή στο αρχείο εξόδου.

Δύο σημαντικές παραδοχές έγιναν στην μετατροπή των δεδομένων εισόδου. Αρχικά, αγνοήθηκαν κενά αρχεία όπως το `shapes.txt` και `calendar_dates.txt` κατά τη δημιουργία του ABox γιατί δεν προσθέτουν ισχυρισμούς. Επιπλέον, για κάθε resource δηλώνεται ότι εκτός από την κλάση που ανήκει αποτελεί και στιγμιότυπο της κλάσης `owl:NamedIndividual`. Αυτό το λεπτό σημείο προστέθηκε για να εκτελείται σωστά ο μηχανισμός συμπερασμού του Virtuoso SPARQL στην οντολογία. Ταυτόχρονα, η δήλωση αυτή κατά την μετατροπή των δεδομένων είναι πιο βολική διότι διαφορετικά θα έπρεπε να δηλωθούν όλα τα άτομα που υπάρχουν στα δεδομένα δια του χειρός στο Protege.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αποσπάσματα του `projectABox.ttl` με βάση τα αρχεία εισόδου.

```
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών ΟΑΣΑ - Athens Urban Transport Organisation"> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/agency/AgencyName> .
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/urls/http://www.oasa.gr> rdf:type
owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/urls/http://www.oasa.gr> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/agency/AgencyUrl> .
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών ΟΑΣΑ - Athens Urban Transport Organisation"> <http://www.project-stratos.org/ontology/agency/agencyHasUrl>
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/urls/http://www.oasa.gr> .
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/timezones/Europe/Athens> rdf:type
owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/timezones/Europe/Athens> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/agency/AgencyTimezone> .
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών ΟΑΣΑ - Athens Urban Transport Organisation">
<http://www.project-stratos.org/ontology/agency/agencyHasTimezone> <http://www.project-stratos.org/
resources/agency/timezones/Europe/Athens> .
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών ΟΑΣΑ - Athens Urban Transport Organisation">
<http://www.project-stratos.org/ontology/agency/agencyHasLang> "el"^^<xsd:language> .
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/phones/+302108200999> rdf:type owl:NamedIndividual
.
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/phones/+302108200999> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/agency/AgencyPhone> .
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών ΟΑΣΑ - Athens Urban Transport Organisation">
<http://www.project-stratos.org/ontology/agency/agencyHasPhone>
<http://www.project-stratos.org/resources/agency/phones/+302108200999> .
```

...

```
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> rdf:type
owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/ServiceId> .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> <http://www.project-
stratos.org/ontology/calendar/serviceOnMonday> false .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> <http://www.project-
stratos.org/ontology/calendar/serviceOnTuesday> false .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> <http://www.project-
stratos.org/ontology/calendar/serviceOnWednesday> false .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> <http://www.project-
stratos.org/ontology/calendar/serviceOnThursday> false .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> <http://www.project-
stratos.org/ontology/calendar/serviceOnFriday> false .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> <http://www.project-
stratos.org/ontology/calendar/serviceOnSaturday> false .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> <http://www.project-
stratos.org/ontology/calendar/serviceOnSunday> true .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/start-dates/20161204> rdf:type
owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/start-dates/20161204> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/ServiceStartDate> .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> <http://www.project-
stratos.org/ontology/calendar/serviceHasStartDate> 20161204 .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/end-dates/20170625> rdf:type owl:NamedIndividual
.
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/end-dates/20170625> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/calendar/ServiceEndDate> .
<http://www.project-stratos.org/resources/calendar/ids/CALEND-171-Κυριακή-06> <http://www.project-
stratos.org/ontology/calendar/serviceHasEndDate> 20170625 .
```

...

```
<http://www.project-stratos.org/resources/feed/publisher-names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών
OASA - Athens Urban Transport Organisation"> rdf:type owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/feed/publisher-names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών
OASA - Athens Urban Transport Organisation"> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/feed/FeedPublisherName> .
<http://www.project-stratos.org/resources/feed/publisher-urls/http://www.oasa.gr> rdf:type
owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/feed/publisher-urls/http://www.oasa.gr> rdf:type <http://
www.project-stratos.org/ontology/feed/FeedPublisherUrl> .
<http://www.project-stratos.org/resources/feed/publisher-names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών
OASA - Athens Urban Transport Organisation">
<http://www.project-stratos.org/ontology/feed/feedPublisherHasUrl> <http://www.project-stratos.org/
resources/feed/publisher-urls/http://www.oasa.gr> .
<http://www.project-stratos.org/resources/feed/publisher-names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών
OASA - Athens Urban Transport Organisation">
<http://www.project-stratos.org/ontology/feed/feedPublisherHasLang> "el"^^<xsd:language> .
<http://www.project-stratos.org/resources/feed/versions/2016-12-23 10:01:40> rdf:type
owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/feed/versions/2016-12-23 10:01:40> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/feed/FeedVersion> .
<http://www.project-stratos.org/resources/feed/publisher-names/"Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών
OASA - Athens Urban Transport Organisation">
<http://www.project-stratos.org/ontology/feed/feedPublisherHasVersion> <http://www.project-
stratos.org/resources/feed/versions/2016-12-23 10:01:40> .
```

...

```
<http://www.project-stratos.org/resources/route/types/3> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/route/RouteType> .
<http://www.project-stratos.org/resources/route/ids/165-20>
<http://www.project-stratos.org/ontology/route/routeIsOfType>
<http://www.project-stratos.org/resources/route/types/3> .
<http://www.project-stratos.org/resources/route/colors/153CE0> rdf:type owl:namedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/route/colors/153CE0> rdf:type <http://www.project-
stratos.org/ontology/route/RouteColor> .
<http://www.project-stratos.org/resources/route/ids/165-20>
<http://www.project-stratos.org/ontology/route/routeHasColor>
<http://www.project-stratos.org/resources/route/colors/153CE0> .
<http://www.project-stratos.org/resources/route/text-colors/FFFFFF> rdf:type owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/route/text-colors/FFFFFF> rdf:type <http://www.project-
stratos.org/ontology/route/RouteTextColor> .
<http://www.project-stratos.org/resources/route/ids/165-20>
<http://www.project-stratos.org/ontology/route/routeHasTextColor>
<http://www.project-stratos.org/resources/route/text-colors/FFFFFF> .
```

```

<http://www.project-stratos.org/resources/route/ids/171-20> rdf:type <http://www.project-
stratos.org/ontology/route/RouteId> .

...

<http://www.project-stratos.org/resources/stop/longitudes/23.657765089985> rdf:type
owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/stop/longitudes/23.657765089985> rdf:type
<http://www.project-stratos.org/ontology/stop/StopLon> .
<http://www.project-stratos.org/resources/stop/ids/010032>
<http://www.project-stratos.org/ontology/stop/stopHasLon>
<http://www.project-stratos.org/resources/stop/longitudes/23.657765089985> .
<http://www.project-stratos.org/resources/stop/ids/010032>
<http://www.project-stratos.org/ontology/stop/stopHasLinkedGeoData> "POINT(37.9860416215216
23.657765089985)"^^<http://www.openlinksw.com/schemas/virttrdf#Geometry>

...

<http://www.project-stratos.org/resources/trip/ids/9803642-ΤΗΛΕΜΑ-Τ3-Παρασκευή-02>
<http://www.project-stratos.org/ontology/trip/tripHasStopId>
<http://www.project-stratos.org/resources/stop/ids/160056> .
<http://www.project-stratos.org/resources/trip/stop-sequences/26> rdf:type owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/trip/stop-sequences/26> rdf:type <http://www.project-
stratos.org/ontology/trip/TripStopSequence> .
<http://www.project-stratos.org/resources/trip/ids/9803642-ΤΗΛΕΜΑ-Τ3-Παρασκευή-02>
<http://www.project-stratos.org/ontology/trip/tripHasStopSequence> <http://www.project-stratos.org/
resources/trip/stop-sequences/26> .
<http://www.project-stratos.org/resources/trip/pickup-types/0> rdf:type owl:NamedIndividual .
<http://www.project-stratos.org/resources/trip/pickup-types/0> rdf:type <http://www.project-
stratos.org/ontology/trip/TripPickupType> .

```

Υπογραμμισμένα με κίτρινο είναι οι διάφορες παραδοχές/σημεία ενδιαφέροντος.

## Δημιουργία TBox:

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το TBox της οντολογίας δημιουργήθηκε μέσω του προγράμματος Protege. Ο λόγος για τον οποίο δεν δημιουργήθηκε εξ ολοκλήρου η οντολογία μέσω του Protege είναι εξαιτίας του μεγάλου πλήθους ατόμων (resources) των αρχείων εισόδου. Δόθηκε προσοχή στην κατασκευή των κλάσεων, των ιδιοτήτων και των σχέσεων μεταξύ τους.

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστούν οι κλάσεις και οι ιδιότητες που κατασκευάστηκαν στο Protege:

### Κλάσεις (Έννοιες):

- owl:Thing
  - AgencyName
  - AgencyPhone
  - AgencyTimezone
  - AgencyUrl
  - BlockId
  - DirectionId
  - FeedPublisherName
  - FeedPublisherUrl
  - FeedVersion
  - RouteColor
  - RouteDescription
  - RouteId
  - RouteLongName
  - RouteShortName
  - RouteTextColor
  - RouteType
    - AerialType

- FerryType
- MetroType
- MonorailType
- BusType
- TramType
- TrolleyType
- ServiceEndDate
- ServiceExceptionDate
- ServiceExceptionType
- ServiceId
- ServiceStartDate
- ShapeId
- ShapePointLat
- ShapePointLon
- ShapePointSequence
- StopCode
- StopDescription
- StopId
- StopLat
- StopLocationType
- StopLon
- StopName
- TripArrivalTime
- TripDepartureName
- TripDropOffType
- TripHeadSign
- TripId
  - TripOneDirectional
- TripPickupType
- TripStopSequence
- owl:Nothing

Η σχέση εννοιών-υποεννοιών δηλώνεται μέσω της κατάλληλης στοίχισης. Συγκεκριμένα όλες οι έννοιες είναι υποέννοιες της owl:Thing. Οι έννοιες AerialType, FerryType, MetroType, MonorailType, BusType, TramType και TrolleyType αποτελούν υποέννοιες της RouteType. Η έννοια TripOneDirectional αποτελεί υποέννοια της TripId.

### **Ιδιότητες Αντικειμένων:**

- owl:topObjectProperty
  - agencyHasPhone
  - agencyHasTimezone
  - agencyHasUrl
  - agencyUrlOf
  - feedPublisherHasUrl
  - feedPublisherHasVersion
  - routeHasColor
  - routeHasDescription
  - routeHasLongName



- routeHasShortName
- routeHasTextColor
- routeHasTripId
- routeIsOfSubType
- routeIsOfType
- serviceHasEndDate
- serviceHasExceptionDate
- serviceHasExceptionType
- serviceHasStartDate
- serviceHasTripId
- shapeHasPointHasLat
- shapeHasPointHasLon
- shapeHasPointHasSequence
- stopHasCode
- stopHasDescription
- stopHasLat
- stopHasLocationType
- stopHasLon
- stopHasName
- tripHasArrivalTime
- tripHasBlockId
- tripHasDepartureName
- tripHasDirectionId
- tripHasDropOffType
- tripHasHeadSign
- tripHasPickupType
- tripHasRouteId
- tripHasServiceId
- tripHasShapeId
- tripHasStopId
- tripHasStopSequence

### **Ιδιότητες Δομών Δεδομένων:**

- owl:topDataProperty
  - agencyHasLang
  - feedPublisherHasLang
  - serviceOnFriday
  - serviceOnMonday
  - serviceOnSaturday
  - serviceOnSunday
  - serviceOnThursday
  - serviceOnTuesday
  - serviceOnWednesday

Το Protege έχει την ιδιαιτερότητα να διαχωρίζει τις ιδιότητες που συνδέουν αντικείμενα με αντικείμενα και αυτές που συνδέουν αντικείμενα με δομές δεδομένων.

Στην οντολογία, διαπιστώνεται πως πέρα από τις βασικές έννοιες που “οριοθετεί” το πρότυπο GTFS δηλώθηκαν και επιπλέον υποέννοιες για να διευκολύνουν τις ερωτοαπαντήσεις στη βάση γνώσης. Για να

οριστούν όμως αυτές χρειάστηκε να δηλωθούν κάποια άτομα στην οντολογία αντί κατά τη δημιουργία των δεδομένων εισόδου. Επίσης, όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα (Μετατροπή των Δεδομένων) δηλώθηκαν πολλά απαριθμήματα (τα οποία είναι άτομα και resources) αποφεύγοντας την κατ' εξακολούθηση δήλωση της έννοιας στην οποία αποτελούν στιγμιότυπο.

### Άτομα:

- 0 (dir-ids)
- 0 (pickup-types)
- 0 (dropoff-types)
- 1 (dir-ids)
- 1 (pickup-types)
- 1 (dropoff-types)
- 2 (pickup-types)
- 2 (dropoff-types)
- 3 (pickup-types)
- 3 (dropoff-types)
- 1
- 12
- 3
- 4
- 6
- 800
- 900

Τα τελευταία άτομα χρησιμοποιούνται για να “ορίσουν” τους ακεραίους RouteType στις υποκλάσεις MetroType, MonorailType, BusType, FerryType, AerialType, TrolleyType και TramType αντίστοιχα.

Μιας και έχει υιοθετηθεί συγκεκριμένη ονοματολογία για όλα τα αντικείμενα της οντολογίας δεν είναι απαραίτητο να ορισθούν κλάσεις που να ενθυλακώνουν κάθε ξεχωριστή οικογένεια εννοιών. Παραδείγματος χάριν, ένα πρακτορείο δεν δηλώνεται ως μια κλάση του ονόματος, τηλεφώνου, url και της γλώσσας του αλλά ταυτίζεται με το όνομά του. Άλλο ένα παράδειγμα είναι πως μια διαδρομή ταυτίζεται με το αναγνωριστικό της και δεν είναι ανάγκη να δημιουργηθεί μια κλάση που να συσχετίζει όλες τις κλάσεις που αφορούν μια διαδρομή.

Επίσης για να ορισθούν αυτές οι έννοιες θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν περιορισμοί. Όπως θα εξεταστεί και στη συνέχεια αυτής της αναφοράς, μια κλάση με περιορισμούς (π.χ. agencyHasName max 1 AgencyName) δημιουργεί ανώνυμους κόμβους με αποτέλεσμα το σύστημα Openlink Virtuoso SPARQL να μην μπορεί να συμπεράνει τα αντικείμενα που τους ικανοποιούν. Οπότε η δημιουργία αυτών των εννοιών είναι εξαρχής μη λειτουργική για το σύστημα.

### Αποθήκη τριάδων:

Για την αποθήκη των τριάδων του ABox αλλά και του TBox χρησιμοποιείται το Openlink Virtuoso. Αρχικά, ορίζεται στο **.ini configfile** για την έναρξη του server, ένας επιπλέον φάκελος, ο project, από το οποίο επιτρέπεται να διαβάζονται δεδομένα – **DirsAllowed = ., ../vad, ../project** . Σε αυτόν αποθηκεύονται τα ABox και TBox Turtle αρχεία. Με την εντολή **ld\_dir\_all('../project', '%.ttl', 'projectOntology');** τα ABox και TBox δηλώνονται στη βάση του Openlink Virtuoso υπο το όνομα γράφου **projectOntology**. Με την εντολή **rdf\_loader\_run()**; οι τριάδες γίνονται upload στη βάση. Αφότου ολοκληρωθεί η διαδικασία, μπορεί κανείς να έχει πρόσβαση στην οντολογία με τα δεδομένα μέσω της εντολής **from <projectOntology>** σε ένα ερώτημα SPARQL.

## Ερωτήματα χωρίς συμπερασμό:

Στη συνέχεια παρατίθενται ερωτήματα πάνω στη βάση γνώσης χωρίς να χρησιμοποιείται ο μηχανισμός συμπερασμού της SPARQL.

1) Το πρώτο ερώτημα που θέτουμε στη βάση γνώσης είναι αν γεγονόςτος μια θέσης, έστω το κυλικείο της σχολής HMMY ΕΜΠ, σε ακτινική απόσταση 400 μέτρων ποιές διαδρομές αστικών μέσων υπάρχουν.

```
prefix Oro: <http://www.project-stratos.org/ontology/route/>
prefix Ost: <http://www.project-stratos.org/ontology/stop/>
prefix Otr: <http://www.project-stratos.org/ontology/trip/>

select ?short_name ?long_name ?stop_name
from <projectOntology>
where
{
  # Route stops have geolocations
  ?stop1 Ost:stopHasLinkedGeoData ?gdat1 .
  ?stop1 Ost:stopHasName ?stop_name .

  # Trip has stop ids and route ids
  ?tid Otr:tripHasStopId ?stop1 .
  ?tid Otr:tripHasRouteId ?rid .

  # Route has short and long name
  ?rid Oro:routeHasShortName ?short_name .
  ?rid Oro:routeHasLongName ?long_name .

  filter(bif:st_intersects (?gdat1, bif:st_POINT(37.978591,23.780775), 0.4)) .
}
group by ?short_name ?long_name ?stop_name
limit 100
```

Η βασική ιδέα είναι να βρεθούν αρχικά οι στάσεις που υπάρχουν στα 400 μέτρα απόσταση από το σημείο ενδιαφέροντος (εδώ κυλικείο HMMY). Χρησιμοποιώντας τα LinkedGeoData της βάσης (ABox) κάθε στάσης (stopHasLinkedGeoData) φιλτράρουμε τα αποτελέσματα με βάση την απόσταση με την εντολή filter. Σύμφωνα με τις στάσεις εξάγουμε τις περιοδείες (trip ids) και με βάση αυτές τις διαδρομές (route ids) και τα ονόματά τους.

Από την ερώτηση στη βάση λήφθηκε ως απάντηση η επόμενη εικόνα:

Απάντηση από τη βάση πάνω στο πρώτο ερώτημα

```

prefix Oro: <http://www.project-stratos.org/ontology/route/>
prefix Ost: <http://www.project-stratos.org/ontology/stop/>
prefix Otr: <http://www.project-stratos.org/ontology/trip/>
prefix RstIds: <http://www.project-stratos.org/resources/stop/ids/>

select ?name1 ?name2 ?rid
from <projectOntology>
where
{
# First we choose the stop from which we want to depart from.
RstIds:061323 Ost:stopHasName ?name1 .

# Then the stop where we'll drop.
RstIds:690014 Ost:stopHasName ?name2 .

# We return their geographical positions
RstIds:061323 Ost:stopHasLinkedGeoData ?geod1 .
RstIds:690014 Ost:stopHasLinkedGeoData ?geod2 .

# Find trips fro both stops
?tid1 Otr:tripHasStopId RstIds:061323 .
?tid2 Otr:tripHasStopId RstIds:690014 .

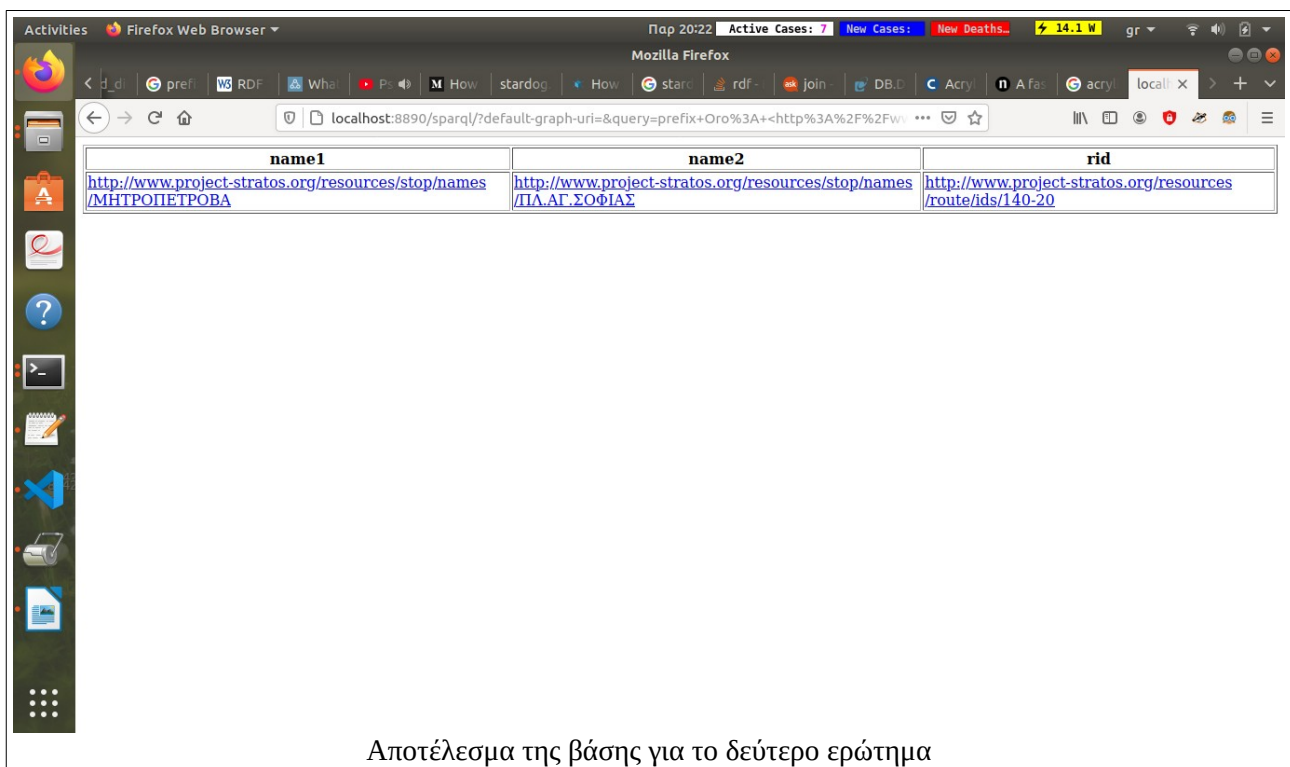
?tid1 Otr:tripHasRouteId ?rid .
?tid2 Otr:tripHasRouteId ?rid .

```

```
?tid1 Otr:tripHasDirectionId ?dir1 .
?tid2 Otr:tripHasDirectionId ?dir2 .

filter(?dir1 = ?dir2)
}
group by ?rid
```

Ο τρόπος σκέψης του ερωτήματος αυτού είναι αντίστοιχος με το προηγούμενο. Για την αρχική και τερματική στάση παίρνουμε όλες τις περιόδους (trip ids) των μέσων που διέρχονται από αυτές μέσω της ιδιότητας Otr:tripHasStopId. Κρατάμε περιόδους που περνούν από τις δύο στάσεις και έχουν την ίδια φορά. Τέλος για κάθε περίοδο (trip id) απαιτούμε το id της διαδρομής (route id) στην οποία αντιστοιχεί να είναι κοινό.



Αποτέλεσμα της βάσης για το δεύτερο ερώτημα

name1	name2	rid
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΜΗΤΡΟΠΕΤΡΟΒΑ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΜΗΤΡΟΠΕΤΡΟΒΑ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΠΙΛΑΓ.ΣΟΦΙΑΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΠΙΛΑΓ.ΣΟΦΙΑΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/ids/140-20">http://www.project-stratos.org/resources/route/ids/140-20</a>

3) Στο τρίτο ερώτημα ζητούμε να επιστραφεί μια διαδρομή από τη στάση ΝΟΣ.ΘΩΡΑΚΟΣ έως τη στάση ΘΥΡΩΡΕΙΟ με πιθανή μία αλλαγή μέσου σε κάποια τυχαία (ενδιάμεση) στάση.

```
prefix Oro: <http://www.project-stratos.org/ontology/route/>
prefix Ost: <http://www.project-stratos.org/ontology/stop/>
prefix Otr: <http://www.project-stratos.org/ontology/trip/>
prefix RstIds: <http://www.project-stratos.org/resources/stop/ids/>

select ?start_name ?f_name ?end_name ?start_rname ?f_rname ?end_rname
from <projectOntology>
where
{
  # Initialize start and end stops
  RstIds:060689 Ost:stopHasName ?start_name . # ΝΟΣ.ΘΩΡΑΚΟΣ
  RstIds:060689 Ost:stopHasLinkedGeoData ?start_geodata .
  RstIds:200002 Ost:stopHasName ?end_name . # ΘΥΡΩΡΕΙΟ
  RstIds:200002 Ost:stopHasLinkedGeoData ?end_geodata .

  # Start point trips
  ?start_tid Otr:tripHasStopId RstIds:060689 .
  ?start_tid Otr:tripHasStopId ?f_stid .
```

```

?start_tid Otr:tripHasRouteId ?start_rid .
?start_rid Oro:routeHasShortName ?start_rname .

# End point trips
?end_tid Otr:tripHasStopId RstIds:200002 .
?end_tid Otr:tripHasStopId ?f_stid .
?end_tid Otr:tripHasRouteId ?end_rid .
?end_rid Oro:routeHasShortName ?end_rname .

# Find common stop point
?f_stid Ost:stopHasLinkedGeoData ?f_geodata .
?f_stid Ost:stopHasName ?f_name .

filter(?start_name != ?f_name) .
filter(?end_name != ?f_name) .

# First point stop
?f_tid Otr:tripHasStopId ?f_stid .
?f_tid Otr:tripHasRouteId ?f_rid .
?f_rid Oro:routeHasShortName ?f_rname .

# End route will be the same as the first route
filter(?end_rid = ?f_rid) .

}
group by ?f_rname

```

Όπως και στο δεύτερο ερώτημα για την αρχική και τελική στάση παίρνουμε τις περιοδείες (trip ids) που διέρχονται από αυτές. Για κάθε ζευγάρι περιοδειών, κρατιούνται αυτές που έχουν μια στάση κοινή, της οποίας το αναγνωριστικό είναι διαφορετικό από τα αντίστοιχα της αρχικής και τελευταίας στάσης . Από αυτές τις κοινές στάσεις παίρνουμε όλες τι περιοδείες και κατά συνέπεια διαδρομές (route ids) που διέρχονται από αυτές. Στο τέλος, αρκεί η τελική διαδρομή να είναι ίδια με την διαδρομή που επιλέγεται από την ενδιάμεση στάση. Δυστυχώς, γίνεται timeout όταν ζητείται από το σύστημα περιοδείες ίδιας φοράς (έχει οριστεί ως maximum timeout 60000ms). Ως συνέπεια, στην επιστρεφόμενη απάντηση υπάρχουν “ενδιάμεσες” στάσεις πριν την αρχική και μετά την τελική στάση.

start_name	f_name	end_name	start_rname	f_rname	end_rname
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΘΝΙΚΗ_ΓΑΥΡΙΤΟΘΗΚΗ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΘΝΙΚΗ_ΓΑΥΡΙΤΟΘΗΚΗ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/140">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/140</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΘΝΙΚΗ_ΓΑΥΡΙΤΟΘΗΚΗ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΘΝΙΚΗ_ΓΑΥΡΙΤΟΘΗΚΗ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZΟΚΟΜΕΙΟ_ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZΟΚΟΜΕΙΟ_ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/409">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/409</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΘΕΩΤΗΤΙΚΗ_ΕΞΤΙΑ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΘΕΩΤΗΤΙΚΗ_ΕΞΤΙΑ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΙΠΙΟ_ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΙΠΙΟ_ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΣΤΑΤΙΟΤΙΚΟ_ΝΟZΟΚΟΜΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΣΤΑΤΙΟΤΙΚΟ_ΝΟZΟΚΟΜΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/140">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/140</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΣΤΑΤΙΟΤΙΚΟ_ΝΟZΟΚΟΜΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΣΤΑΤΙΟΤΙΚΟ_ΝΟZΟΚΟΜΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΒΑΧΟΥ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΒΑΧΟΥ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZΟΚΟΜΕΙΟ_ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZΟΚΟΜΕΙΟ_ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΙΠΙΑ_ΗΛΕΚΤΡΟΝ-ΜΕΤΑΒΙΟΝ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΙΠΙΑ_ΗΛΕΚΤΡΟΝ-ΜΕΤΑΒΙΟΝ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZΟΚΟΜΕΙΟ_ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZΟΚΟΜΕΙΟ_ΑΕΡΟΠΟΡΙΑΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/140">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/140</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΑΘΕΤΗΡΙΑ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΑΘΕΤΗΡΙΑ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΣΤΑΤΙΟΤΙΚΟ_ΝΟZΟΚΟΜΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΣΤΑΤΙΟΤΙΚΟ_ΝΟZΟΚΟΜΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΣΤΑΤΙΟΤΙΚΟ_ΝΟZΟΚΟΜΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΣΤΑΤΙΟΤΙΚΟ_ΝΟZΟΚΟΜΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/409">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/409</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΙΠΙΟ_ΝΑΥΤΗΛΩΝ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΙΠΙΟ_ΝΑΥΤΗΛΩΝ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΙΑΤΡΙΕΟ&lt;/a&gt;&lt;/td&gt;&lt;td&gt;&lt;a href=" http:="" names="" resources="" stop="" www.project-stratos.org="" ευρωπειο"="">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΠ_ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ_ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΠ_ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ_ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>
<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/NOZ_ΘΟΡΑΚΟΣ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΙΟΑΝΝΕΣ_ΟΥΤΙΟΑΗ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΙΟΑΝΝΕΣ_ΟΥΤΙΟΑΗ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ">http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΕΥΡΩΠΕΙΟ</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>	<a href="http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242">http://www.project-stratos.org/resources/route/short-names/242</a>

[www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΙΠΙΑ\\_ΗΛΕΚΤΡΟΝ-ΜΕΤΑΒΙΟΝ](http://www.project-stratos.org/resources/stop/names/ΚΤΙΠΙΑ_ΗΛΕΚΤΡΟΝ-ΜΕΤΑΒΙΟΝ)

Αποτέλεσμα της βάσης για το τρίτο ερώτημα. Το f\_name είναι η ενδιάμεση στάση και τα start\_rname, f\_rname, end\_rname είναι τα ονόματα των πιθανών διαδρομών.

Η βάση γνώσης που έχει δημιουργηθεί δεν μπορεί να απαντήσει σε κάθε ερώτημα που τις θέτουμε. Παραδείγματα τέτοιων ερωτημάτων είναι αρχικά ερωτήσεις για τις οποίες δεν διατίθενται δεδομένα προς απάντηση, όπως αν μια υπηρεσία έχει κάποια εξαίρεση στο δρομολόγιό της (serviceHasExceptionDate, ServiceExceptionDate κτλ). Στον κόσμο της βάσης γνώσης δεν ισχύει ότι αν δεν υπάρχουν τα δεδομένα δεν υπάρχει και κάποια εξαίρεση σε μια υπηρεσία. Η απώλεια δεδομένων μεταφράζεται ως μη γνώση του αν υπάρχει ή δεν υπάρχει αυτό το ενδεχόμενο στον κόσμο.

Ένα άλλο ερώτημα που δεν μπορεί να απαντηθεί είναι αν ένα αντικείμενο που ανήκει σε μια κλάση, π.χ στην κλάση StopName, αν ανήκει και στην κλάση owl:Thing. Αυτή η αδυναμία να απαντηθεί το απλό αυτό ερώτημα λύνεται με το να ενεργοποιηθεί ο μηχανισμός συμπερασμού της SPARQL.

Άλλου είδους ερωτήματα που δεν απαντώνται από τη βάση γνώσης είναι αυτά που απαιτούν δυναμικό συμπερασμό. Αυτός ο περιορισμός προκύπτει από τον μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων του Virtuoso SPARQL επειδή μπορεί να εξαγει συμπεράσματα μόνο στατικά. Ως παράδειγμα, στην οντολογία που έχει σχεδιαστεί υπάρχει η κλάση TripOneDirectional η οποία έχει οριστεί έτσι ώστε σε αυτή να ανήκουν όλα τα αναγνωριστικά των περιοδίων που έχουν μαξιμουμ μια κατεύθυνση. Επειδή, δεν υπάρχει στο σύνολο των ισχυρισμών (ABOX) μια τέτοια δήλωση το σύστημα δεν μπορεί να εξαγει ποιά trip ids ανήκουν στην κλάση αυτή. Για να δοθεί απάντηση θα πρέπει να επιστραφούν αρχικά όλα τα αναγνωριστικά trip και με βάση αυτά να επιστραφούν ως απάντηση αυτά που έχουν μοναδική κατεύθυνση. Το ενδιαμέσο βήμα δημιουργεί έναν ανώνυμο κόμβο (δυναμικός συμπερασμός) και κατά συνέπεια δεν υπάρχει απάντηση (σύμφωνα με τη βιβλιογραφία του Openlink Virtuoso).

Από τα τρία είδη ερωτημάτων που μελετήθηκαν μπορεί άμεσα να επιλυθεί το δεύτερο δηλώνοντας στο SPARQL endpoint του Openlink Virtuoso τη χρήση του μηχανισμού συμπερασμού. Το πρώτο απαιτεί είτε την επέκταση των δεδομένων εισόδου στη βάση είτε τη σύνδεση του τοπικού endpoint με ένα απομακρυσμένο (remote) που παρέχει τις κατάλληλες επεκτάσεις/δεδομένα.

## Ερωτήματα με συμπερασμό:

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται δύο ερωτήματα τα οποία απαντώνται με τη χρήση συμπερασμού του Virtuoso SPARQL. Ο reasoner του Openlink Virtuoso αναγνωρίζει τις ιδιότητες rdfs:subClassOf, rdfs:subPropertyOf, owl:sameAs, owl:equivalentClass και owl:equivalentProperty και μέσω αυτών εξαγει συμπεράσματα. Για την εξαγωγή συμπερασμάτων χρησιμοποιείται ως σύνολο κανόνων το TBox.

Αρχικά εκτελείται σε isql περιβάλλον η εντολή **ttpl(file\_to\_string\_output('../project/projectTBox.ttl'), ‘, ‘projectRules’, 0);** όπου φορτώνει στον πίνακα DB.DBA.RDF\_QUAD το TBox ως τον ονοματισμένο γράφο **projectRules**. Έπειτα, με την εντολή **rdfs\_rule\_set('projectRules', 'projectRules')** δηλώνεται στο DB.DBA.SYS\_RDF\_SCHEMA ως σύνολο κανόνων για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Με την εντολή **define input:inference 'projectRules'** ενημερώνεται το σύστημα να ξεκινήσει τη μηχανή συμπερασμού και να χρησιμοποιήσει ως σύνολο κανόνων το σχήμα projectRules.

1) Το πρώτο ερώτημα αφορά την κλάση στην οποία ανήκει ο τύπος της διαδρομής με αναγνωριστικό 140-20 (λεωφορείο 140).

```
define input:inference 'projectRules'

prefix Oro: <http://www.project-stratos.org/ontology/route/>
prefix Rro: <http://www.project-stratos.org/resources/route/ids/>

select *
from <projectOntology>
where
{
  Rro:140-20 Oro:routeIsOfType ?type .
```



```
?type rdf:type ?class .
}
```

type	class
http://www.project-stratos.org/ontology/routeType	http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual
http://www.project-stratos.org/ontology/routeType	http://www.project-stratos.org/ontology/routeBusType

Χωρίς χρήση μηχανισμού συμπερασμού

type	class
http://www.project-stratos.org/ontology/routeType	http://www.w3.org/2002/07/owl#NamedIndividual
http://www.project-stratos.org/ontology/routeType	http://www.project-stratos.org/ontology/routeBusType
http://www.project-stratos.org/ontology/routeType	http://www.project-stratos.org/ontology/routeType

Με χρήση μηχανισμού συμπερασμού

Με τη χρήση του μηχανισμού συμπερασμού προκύπτει πως ο τύπος της διαδρομής 140-20 ανήκει εκτός των γνωστών και στις κλάσεις RouteType και owl:Thing. Ο τύπος BusType είναι υποέννοια του RouteType και ο RouteType υποέννοια του owl:Thing. Δηλαδή, το συμπέρασμα ότι ανήκει στην κλάση owl:Thing προέκυψε αλυσιδωτά.

2) Στο δεύτερο ερώτημα χρησιμοποιείται η ιδιότητα agencyUrlOf που είναι η αντίστροφη της agencyHasUrl. Υπάρχουν μόνο δεδομένα για την τελευταία. Χωρίς τη χρήση συμπερασμού το ερώτημα με βάση την οντολογία δεν θα μπορούσε να απαντηθεί από το σύστημα. Με χρήση όμως του συμπερασμού εξάγει την απάντηση.

```
define input:inference 'projectRules'

prefix Oag: <http://www.project-stratos.org/ontology/agency/>

select *
from <projectOntology>
where
{
  ?url Oag:agencyUrlOf ?agency .
}
```

url:agency
http://www.project-stratos.org/ontology/agencyUrlOf/http://www.asea.gr

Χωρίς χρήση συμπερασμού

url	agency
http://www.project-stratos.org/ontology/agencyUrlOf/http://www.asea.gr	http://www.project-stratos.org/ontology/agencyName/Agency: Εγκοινωνιασμοί ΔΑΤΑ - Αττικής Urban Transport Organisation

Με χρήση του μηχανισμού συμπερασμού

## Επιλέον υλικό:

Για την αποθήκευση των ερωτημάτων SPARQL και την άμεση εκτέλεση τους, δημιούργησα ένα μικρό Python script το οποίο επικοινωνεί με το SPARQL endpoint και επιστρέφει χάρη στη βοήθεια του panda framework τα αποτελέσματα της ερώτησης σε μορφή πίνακα (όπως περίπου φαίνονται σε έναν περιηγητή).



## endpointComm.py

```
#!/usr/bin/env python3

import requests
import pandas as pd

def answerQuery(query):
    url = 'http://localhost:8890/sparql/'
    request = requests.get(url, params={'format': 'json', 'query': query})
    data = request.json()
    # Θέλω μόνο τις τιμές και όχι τον τύπο των αποτελεσμάτων
    keys = list(data['results']['bindings'][0].keys())
    values = []
    for datum in data['results']['bindings']:
        dummy = {}
        for key in keys:
            dummy.update({key: datum[key]['value'].replace("http://www.project-stratos.org/", "..")})
        values.append(dummy)

    # Επιστροφή ως dataframe για την καλύτερη
    # οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων
    print("BASE: {}".format("http://www.project-stratos.org/\n"))
    print(pd.DataFrame(values))
    return pd.DataFrame(values)
```

Χρησιμοποιώντας για παράδειγμα το ερώτημα:

```
# Ερώτημα που επιστρέφει ποιές διαδρομές μέσω μεταφοράς υπάρχουν
# σε ακτινική απόσταση 400μ. από το κυλικείο των ηλεκτρολόγων
query2 = '''
prefix Oro: <http://www.project-stratos.org/ontology/route/>
prefix Ost: <http://www.project-stratos.org/ontology/stop/>
prefix Otr: <http://www.project-stratos.org/ontology/trip/>

select ?sname ?lname ?stop_name
from <projectOntology>
where
{
    # Route stops have geolocations
    ?stop1 Ost:stopHasLinkedGeoData ?gdat1 .
    ?stop1 Ost:stopHasName ?stop_name .

    # Trip has stop ids and route ids
    ?tid Otr:tripHasStopId ?stop1 .
    ?tid Otr:tripHasRouteId ?rid .

    # Route has short and long name
    ?rid Oro:routeHasShortName ?sname .
    ?rid Oro:routeHasLongName ?lname .
}
```

```

filter(bif:st_intersects (?gdat1, bif:st_POINT(37.978591,23.780775), 0.4)) .
}
group by ?sname ?lname ?stop_name
limit 100
'''

```

Θα λάβουμε ως απάντηση, στο τερματικό:

```

queries.py
162 query4 = '''
163 define input:inferne 'projectRules'
164
165 prefix Oro: <http://www.project-stratos.org/ontology/route/>
166
167 select ?name ?class
168 from <projectOntology>
169 where
170 {
171   ?rid Oro:routeIsOfType ?type .
172   ?rid Oro:routeHasShortName ?name .
173   ?type a ?class .
174   filter(?class = Oro:MetroType) .
175 }
176 limit 100
177 '''
178
179 answerQuery(query2)

```

```

[stratos] [Project] : ./queries.py
BASE: http://www.project-stratos.org/

short_name      long_name      stop_name
0 ../resources/route/short-names/140 ../resources/route/long-names/"ΠΟΛΥΓΩΝΟ - ΓΛΥΦ..." ../resources/stop/names/00IT.ΕΣΤ.ΠΟΛΥΓ/ΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ
1 ../resources/route/short-names/242 ../resources/route/long-names/"ΣΤ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ - ... ../resources/stop/names/KTIPIO ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ
2 ../resources/route/short-names/140 ../resources/route/long-names/"ΠΟΛΥΓΩΝΟ - ΓΛΥΦ..." ../resources/stop/names/00IT.ΕΣΤ.ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ
3 ../resources/route/short-names/230 ../resources/route/long-names/"ΑΚΡΟΠΟΛΗ - ΖΩΓΡ..." ../resources/stop/names/9n ΖΩΓΡΑΦΟΥ
4 ../resources/route/short-names/242 ../resources/route/long-names/"ΣΤ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ - ... ../resources/stop/names/IVAH ΚΟΚΚΙΝΟΠΟΥΛΟΥ
5 ../resources/route/short-names/242 ../resources/route/long-names/"ΣΤ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ - ... ../resources/stop/names/9YPOPEIO
6 ../resources/route/short-names/608 ../resources/route/long-names/"ΓΑΜΑΤΣΙ - ΑΚΑΔΗ..." ../resources/stop/names/9n ΖΩΓΡΑΦΟΥ
7 ../resources/route/short-names/242 ../resources/route/long-names/"ΣΤ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ - ... ../resources/stop/names/KTIP. ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

[stratos] [Project] : []

```

Αποτέλεσμα της ερώτησης στο τερματικό των λινουξ