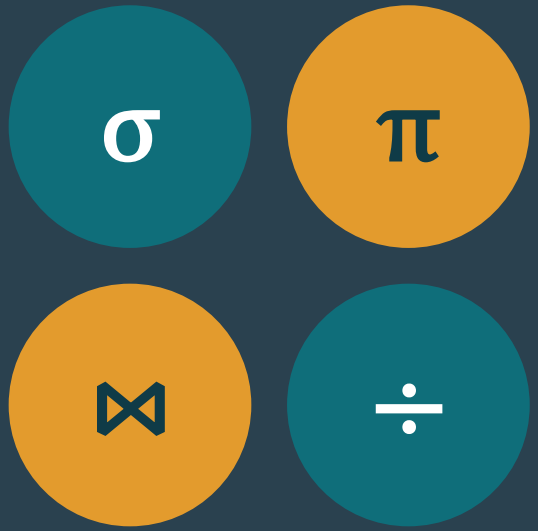
NTUA
SCHOOL OF RURAL, SURVEYING AND GEOINFORMATION ENGINEERING
DATABASES 2026-2027

Σχεσιακή άλγεβρα

Βάσεις Δεδομένων 2026 · Μέρος Α2

Οι πράξεις, ο συμβολισμός τους και παραδείγματα
βήμα προς βήμα



Οι διαφάνειες ανα-κατασκευάστηκαν από AI

Οι πράξεις της σχεσιακής άλγεβρας

σ π

Μοναδιαίες

- σ Επιλογή
- π Προβολή

∪ ∩

Πράξεις συνόλων

- ∪ Ένωση
- ∩ Τομή
- − Διαφορά
- × Καρτεσιανό γινόμενο

⋈

Συνενώσεις

- $⋈_F$ Θήτα-συνένωση
- $⋈_=$ Συνένωση ισότητας
- * Φυσική
- ⟕ Εξωτερική
- ⋉ Μερική

÷

Διαίρεση

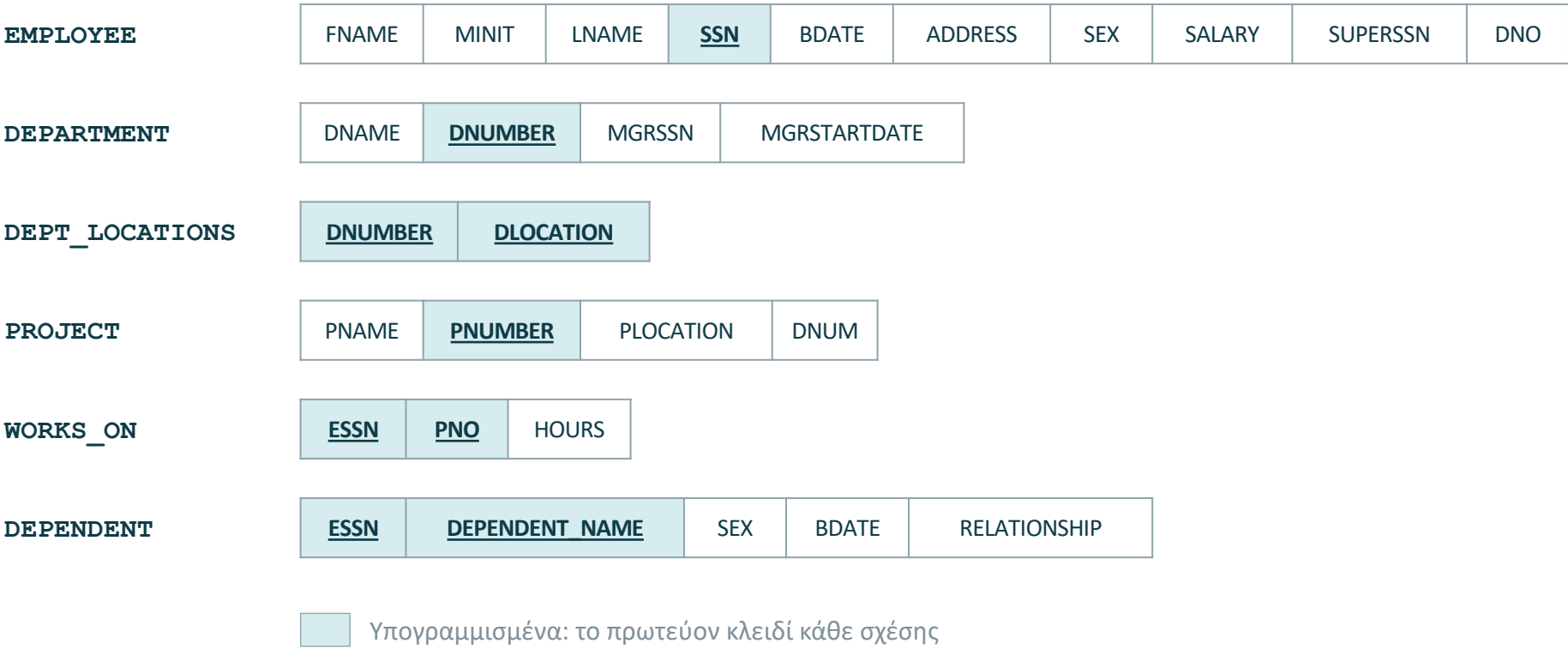
- ÷ Διαίρεση

Κλειστότητα: κάθε πράξη δέχεται μία ή δύο σχέσεις και επιστρέφει μια νέα σχέση. Γι' αυτό οι πράξεις συνδυάζονται σε σύνθετες εκφράσεις.

Η βάση δεδομένων company

Το παράδειγμα που θα χρησιμοποιήσουμε: υπάλληλοι, τμήματα, έργα και εξαρτώμενα μέλη.

Το σχήμα της βάσης company



Ξένα κλειδιά: πώς συνδέονται οι σχέσεις

Ξένο κλειδί	Αναφέρεται σε	Σημασία
EMPLOYEE.SUPERSSN	EMPLOYEE.SSN	ο προϊστάμενος του υπαλλήλου
EMPLOYEE.DNO	DEPARTMENT.DNUMBER	το τμήμα όπου εργάζεται
DEPARTMENT.MGRSSN	EMPLOYEE.SSN	ο διευθυντής του τμήματος
DEPT_LOCATIONS.DNUMBER	DEPARTMENT.DNUMBER	οι τοποθεσίες του τμήματος
PROJECT.DNUM	DEPARTMENT.DNUMBER	το τμήμα που ελέγχει το έργο
WORKS_ON.ESSN	EMPLOYEE.SSN	ο υπάλληλος
WORKS_ON.PNO	PROJECT.PNUMBER	το έργο
DEPENDENT.ESSN	EMPLOYEE.SSN	ο υπάλληλος του εξαρτώμενου μέλους



Ξένο κλειδί

Γνώρισμα που παίρνει τιμές από το πρωτεύον κλειδί μιας άλλης σχέσης, ή και της ίδιας.

Οι συνενώσεις που θα δούμε συνδέουν σχέσεις ακριβώς μέσα από τέτοια γνωρίσματα.

Στιγμιότυπο (1/2)

EMPLOYEE

FNAME	MINIT	LNAME	SSN	BDATE	ADDRESS	SEX	SALARY	SUPERSSN	DNO
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	*NULL*	1

DEPARTMENT

DNAME	DNUMBER	MGRSSN	MGRSTARTDATE
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19

DEPT_LOCATIONS

DNUMBER	DLOCATION
1	Houston
4	Stafford
5	Bellaire
5	Sugarland
5	Houston

Στιγμιότυπο (2/2)

WORKS_ON

ESSN	PNO	HOURS
123456789	1	32.5
123456789	2	7.5
666884444	3	40.0
453453453	1	20.0
453453453	2	20.0
333445555	2	10.0
333445555	3	10.0
333445555	10	10.0
333445555	20	10.0
999887777	30	30.0
999887777	10	10.0
987987987	10	35.0
987987987	30	5.0
987654321	30	20.0
987654321	20	15.0
888665555	20	*NULL*

PROJECT

PNAME	PNUMBER	PLOCATION	DNUM
ProductX	1	Bellaire	5
ProductY	2	Sugarland	5
ProductZ	3	Houston	5
Computerization	10	Stafford	4
Reorganization	20	Houston	1
Newbenefits	30	Stafford	4

DEPENDENT

ESSN	DEPENDENT_NAME	SEX	BDATE	RELATIONSHIP
333445555	Alice	F	1986-04-05	DAUGHTER
333445555	Theodore	M	1983-10-25	SON
333445555	Joy	F	1958-05-03	SPOUSE
987654321	Abner	M	1942-02-28	SPOUSE
123456789	Michael	M	1988-01-04	SON
123456789	Alice	F	1988-12-30	DAUGHTER
123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	SPOUSE

Μοναδιαίες πράξεις: επιλογή και προβολή

Πράξεις που εφαρμόζονται σε μία σχέση.

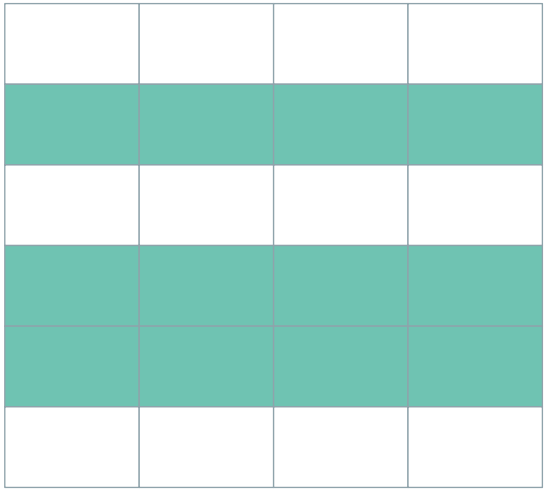
Επιλογή (selection): σ

Εκτελείται πάνω σε μία σχέση R και ορίζει μια νέα, η οποία περιέχει μόνο εκείνες τις πλειάδες (tuples) της R που ικανοποιούν ένα καθορισμένο κριτήριο επιλογής (κατηγόρημα – predicate).

$$\sigma_{\text{predicate}}(R)$$

Άλλος συμβολισμός: `R [predicate]`
π.χ. `EMPLOYEE [SALARY > 5000]`

Το αποτέλεσμα έχει τα ίδια γνωρίσματα με την R και το πολύ τόσες πλειάδες όσες η R.



R

Κρατάμε ολόκληρες γραμμές (πλειάδες)

Παράδειγμα επιλογής

$$\sigma_{(\text{DNO}=4 \text{ AND } \text{SALARY}>25000) \text{ OR } (\text{DNO}=5 \text{ AND } \text{SALARY}>30000)}(\text{EMPLOYEE})$$

Βήμα 1 **Ελέγχουμε τη συνθήκη σε κάθε πλειάδα της EMPLOYEE**

FNAME	LNAME	SALARY	DNO	DNO=4 AND SALARY>25000	DNO=5 AND SALARY>30000	OR
John	Smith	30000	5	✗	✗	✗
Franklin	Wong	40000	5	✗	✓	✓
Alicia	Zelaya	25000	4	✗	✗	✗
Jennifer	Wallace	43000	4	✓	✗	✓
Ramesh	Narayan	38000	5	✗	✓	✓
Joyce	English	25000	5	✗	✗	✗
Ahmad	Jabbar	25000	4	✗	✗	✗
James	Borg	55000	1	✗	✗	✗

Προσοχή: 30000 > 30000 είναι ψευδές, οπότε ο John Smith δεν επιλέγεται. Εμφανίζονται μόνο τα γνωρίσματα που χρειάζεται η συνθήκη.

Παράδειγμα επιλογής: το αποτέλεσμα

Βήμα 1 2

$$\sigma_{(\text{DNO}=4 \text{ AND } \text{SALARY}>25000) \text{ OR } (\text{DNO}=5 \text{ AND } \text{SALARY}>30000)}(\text{EMPLOYEE})$$

Βήμα 2 **Κρατάμε τις πλειάδες με ✓, με όλα τα γνωρίσματά τους**

FNAME	MINIT	LNAME	SSN	BDATE	ADDRESS	SEX	SALARY	SUPERSSN	DNO
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5

8 → 3

πλειάδες

10 → 10

γνωρίσματα

Η επιλογή αλλάζει το πλήθος των πλειάδων, όχι τη δομή της σχέσης.

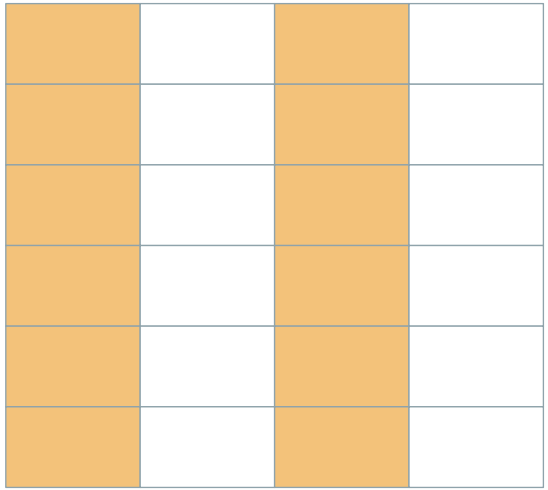
Προβολή (projection): π

Εκτελείται πάνω σε μία σχέση R και ορίζει μια νέα, η οποία περιέχει ένα κάθετο υποσύνολο της R: όλες τις τιμές των γνωρισμάτων (attributes) που καθορίζονται, χωρίς διπλές πλειάδες.

$$\pi_{a1, a2, \ldots, an}(R)$$

Οι διπλές πλειάδες αφαιρούνται, γιατί μια σχέση είναι σύνολο.

Τα γνωρίσματα εμφανίζονται με τη σειρά που γράφονται στην προβολή.



R

Κρατάμε ολόκληρες στήλες (γνωρίσματα)

Παράδειγμα προβολής (1)

EMPLOYEE

FNAME	MINIT	LNAME	SSN	BDATE	ADDRESS	SEX	SALARY	SUPERSSN	DNO
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	*NULL*	1

LNAME	FNAME	SALARY
Smith	John	30000
Wong	Franklin	40000
Zelaya	Alicia	25000
Wallace	Jennifer	43000
Narayan	Ramesh	38000
English	Joyce	25000
Jabbar	Ahmad	25000
Borg	James	55000

$$\pi_{\text{LNAME, FNAME, SALARY}}(\text{EMPLOYEE})$$

Κρατάμε τις 3 στήλες με πορτοκαλί.
Η σειρά στο αποτέλεσμα είναι LNAME, FNAME, SALARY, όπως γράφεται στην προβολή.

Παράδειγμα προβολής (2): διπλές πλειάδες

$$\pi_{\text{SEX, SALARY}}(\text{EMPLOYEE})$$

Βήμα 1 **Κρατάμε τις στήλες**

SEX	SALARY
M	30000
M	40000
F	25000
F	43000
M	38000
F	25000
M	25000
M	55000

Βήμα 2 **Αφαιρούμε τις διπλές**

SEX	SALARY
M	30000
M	40000
F	25000
F	43000
M	38000
M	25000
M	55000

Η πλειάδα (F, 25000) εμφανίζεται δύο φορές (Alicia και Joyce). Στο αποτέλεσμα περιμένουμε ότι μένει μία: 8 → 7 πλειάδες.

ΠΡΟΣΟΧΗ: στην SQL…

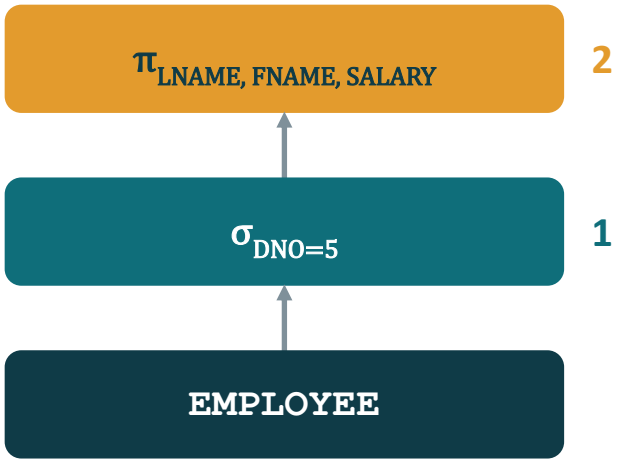
Το SELECT κρατά τις διπλές. Για το ίδιο αποτέλεσμα χρειάζεται:

```
SELECT DISTINCT
  SEX, SALARY
```

Σύνθεση πράξεων

$$\pi_{\text{LNAME, FNAME, SALARY}}(\sigma_{\text{DNO}=5}(\text{EMPLOYEE}))$$

Ως δέντρο έκφρασης



Ισοδύναμα, με ενδιάμεση σχέση

$$\text{TEMP} \leftarrow \sigma_{\text{DNO}=5}(\text{EMPLOYEE})$$

$$\text{RESULT} \leftarrow \pi_{\text{LNAME, FNAME, SALARY}}(\text{TEMP})$$

Υπολογίζουμε από μέσα προς τα έξω: πρώτα την επιλογή, μετά την προβολή. Το ← αποθηκεύει ένα ενδιάμεσο αποτέλεσμα με όνομα.

Σύνθεση: πρώτα η επιλογή

$$TEMP \leftarrow \sigma_{DNO=5}(EMPLOYEE)$$

4 υπάλληλοι με DNO = 5

EMPLOYEE

FNAME	MINIT	LNAME	SSN	BDATE	ADDRESS	SEX	SALARY	SUPERSSN	DNO
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	*NULL*	1

TEMP

FNAME	MINIT	LNAME	SSN	BDATE	ADDRESS	SEX	SALARY	SUPERSSN	DNO
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5

Σύνθεση: μετά η προβολή

Βήμα 1 2

$$RESULT \leftarrow \pi_{LNAME,\ FNAME,\ SALARY}(TEMP)$$

TEMP

FNAME	MINIT	LNAME	SSN	BDATE	ADDRESS	SEX	SALARY	SUPERSSN	DNO
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5

RESULT

LNAME	FNAME	SALARY
Smith	John	30000
Wong	Franklin	40000
Narayan	Ramesh	38000
English	Joyce	25000

Η σειρά των πράξεων μετράει: αν κάναμε πρώτα την προβολή, το DNO θα είχε χαθεί και η επιλογή DNO = 5 δεν θα γινόταν.

Πράξεις συνόλων

Ένωση, τομή, διαφορά και καρτεσιανό γινόμενο.

Συμβατότητα προς ένωση

Οι πράξεις ∪, ∩ και − απαιτούν οι σχέσεις $R(A1, ..., An)$ και $S(B1, ..., Bn)$ να είναι συμβατές προς ένωση:

1. Ίδιος αριθμός γνωρισμάτων n
2. Για κάθε i, το Ai και το Bi έχουν το ίδιο πεδίο τιμών (domain)

Τα ονόματα των γνωρισμάτων στο αποτέλεσμα, κατά σύμβαση, είναι αυτά της πρώτης σχέσης.



```
STUDENT(FN, LN)
INSTRUCTOR(FNAME, LNAME)
```

Συμβατές: 2 γνωρίσματα, και τα δύο κείμενο



```
STUDENT(FN, LN)
EMPLOYEE(FNAME, …, DNO)
```

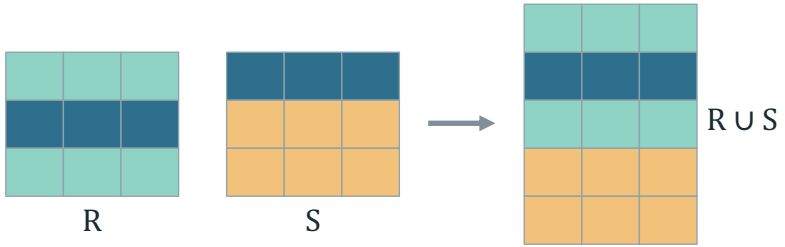
Όχι συμβατές: 2 έναντι 10 γνωρισμάτων

Ένωση (union) και τομή (intersection)

∪

Ένωση: R ∪ S

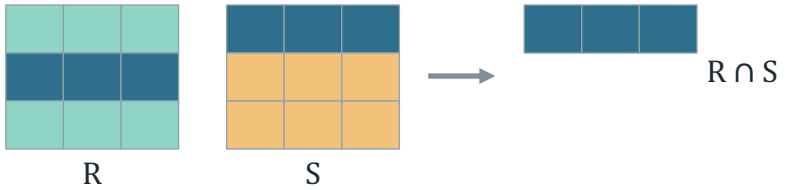
Νέα σχέση με όλες τις πλειάδες και των δύο σχέσεων, χωρίς επαναλήψεις. Οι R, S πρέπει να είναι συμβατές προς ένωση.



∩

Τομή: R ∩ S

Νέα σχέση με τις πλειάδες που ανήκουν και στις δύο σχέσεις. Οι R, S πρέπει να είναι συμβατές προς ένωση.



Το παράδειγμα: STUDENT και INSTRUCTOR

STUDENT

FN	LN
Susan	Yao
Ramesh	Shah
Johnny	Kohler
Barbara	Jones
Amy	Ford
Jimmy	Wang
Ernest	Gilbert

INSTRUCTOR

FNAME	LNAME
John	Smith
Ricardo	Browne
Susan	Yao
Francis	Johnson
Ramesh	Shah



Δύο πλειάδες υπάρχουν και στις δύο σχέσεις:
Susan Yao, Ramesh Shah

$$|\text{STUDENT}| = 7$$
$$|\text{INSTRUCTOR}| = 5$$
$$\text{κοινές} = 2$$

STUDENT ∪ INSTRUCTOR βήμα προς βήμα

FN	LN	Προέλευση
Susan	Yao	από STUDENT
Ramesh	Shah	από STUDENT
Johnny	Kohler	από STUDENT
Barbara	Jones	από STUDENT
Amy	Ford	από STUDENT
Jimmy	Wang	από STUDENT
Ernest	Gilbert	από STUDENT
John	Smith	από INSTRUCTOR
Ricardo	Browne	από INSTRUCTOR
Susan	*Yao*	*υπάρχει ήδη: παραλείπεται*
Francis	Johnson	από INSTRUCTOR
Ramesh	*Shah*	*υπάρχει ήδη: παραλείπεται*

1. Ελέγχουμε τη συμβατότητα. Το αποτέλεσμα παίρνει τα ονόματα FN, LN της STUDENT.

2. Βάζουμε όλες τις 7 πλειάδες της STUDENT.

3. Προσθέτουμε τις πλειάδες της INSTRUCTOR. Οι Susan Yao και Ramesh Shah υπάρχουν ήδη και παραλείπονται.

$$7 + 5 - 2 = 10$$

πλειάδες στο αποτέλεσμα

STUDENT ∩ INSTRUCTOR

Βήμα 1 **Για κάθε πλειάδα της STUDENT: υπάρχει και στην INSTRUCTOR;**

STUDENT

FN	LN	Και στην INSTRUCTOR;
Susan	Yao	✓
Ramesh	Shah	✓
Johnny	Kohler	✗
Barbara	Jones	✗
Amy	Ford	✗
Jimmy	Wang	✗
Ernest	Gilbert	✗

Βήμα 2 **Κρατάμε όσες έχουν ✓**

FN	LN
Susan	Yao
Ramesh	Shah

Η τομή μπορεί να γραφτεί και με διαφορές:

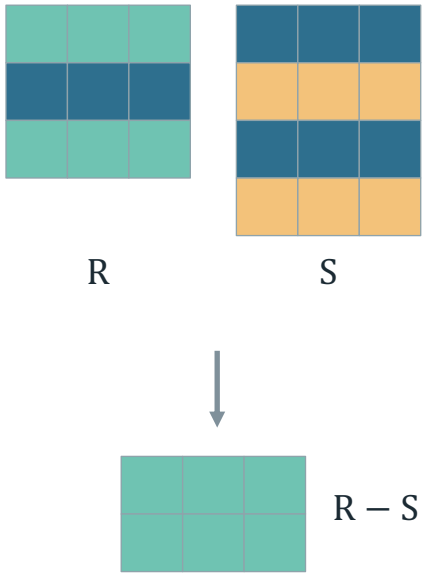
$$R \cap S = R - (R - S)$$

Διαφορά (difference): R – S

Η διαφορά δύο σχέσεων R και S ορίζει μια νέα σχέση με τις πλειάδες που ανήκουν στην R και **δεν** ανήκουν στην S. Οι R, S πρέπει να είναι συμβατές προς ένωση.

$$R - S$$

Δεν είναι αντιμεταθετική: $R - S \neq S - R$



Διαφορά: η σειρά μετράει

STUDENT – INSTRUCTOR

FN	LN	Και στην INSTRUCTOR;
Susan	*Yao*	✓
Ramesh	*Shah*	✓
Johnny	Kohler	✗
Barbara	Jones	✗
Amy	Ford	✗
Jimmy	Wang	✗
Ernest	Gilbert	✗

Αποτέλεσμα: οι πράσινες γραμμές · 5 πλειάδες

INSTRUCTOR – STUDENT

FNAME	LNAME	Και στην STUDENT;
John	Smith	✗
Ricardo	Browne	✗
Susan	*Yao*	✓
Francis	Johnson	✗
Ramesh	*Shah*	✓

Αποτέλεσμα: οι πράσινες γραμμές · 3 πλειάδες

Αφαιρούμε από την πρώτη σχέση όσες πλειάδες υπάρχουν στη δεύτερη. **Αλλάζοντας τη σειρά, αλλάζει το αποτέλεσμα.**

Καρτεσιανό γινόμενο (Cartesian product): R × S

Νέα σχέση της οποίας οι πλειάδες είναι η συνένωση (concatenation) **κάθε** πλειάδας της R με **όλες** τις πλειάδες της S. Δεν χρειάζεται συμβατότητα προς ένωση.

R

X
A
B

S

Y
1
2
3



R × S

X	Y
A	1
A	2
A	3
B	1
B	2
B	3

$$2 \times 3 = 6$$

πλειάδες: $|R| \cdot |S|$

$$1 + 1 = 2$$

γνωρίσματα: n + m

Αν η R έχει n γνωρίσματα και η S έχει m, η R × S έχει n + m γνωρίσματα και $|R| \cdot |S|$ πλειάδες.

Παράδειγμα: TEACHER × COURSE

TEACHER

Teacher_ID	TFNAME	TLNAME
1	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
3	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ

COURSE

Course_ID	CNAME	CHOURS
211	ΒΔ	4
212	MATH 1	3
210	MATH 2	3

$3 \times 3 = 9$

πλειάδες, $3 + 3 = 6$ γνωρίσματα

TEACHER × COURSE

Teacher_ID	TFNAME	TLNAME	Course_ID	CNAME	CHOURS
1	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	211	ΒΔ	4
1	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	212	MATH 1	3
1	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	210	MATH 2	3
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	211	ΒΔ	4
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	212	MATH 1	3
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	210	MATH 2	3
3	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ	211	ΒΔ	4
3	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ	212	MATH 1	3
3	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ	210	MATH 2	3

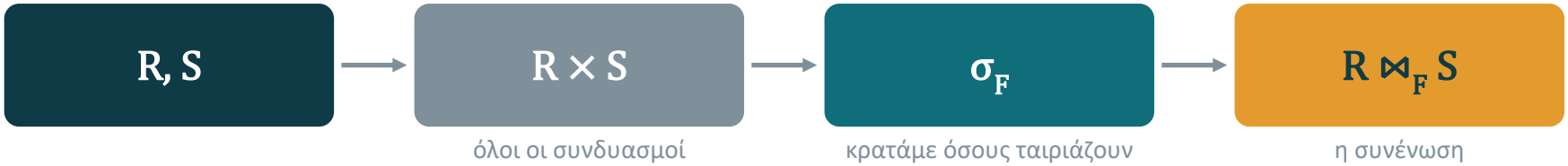
Πράξεις συνένωσης (join)

Θήτα-συνένωση, συνένωση ισότητας, φυσική, εξωτερική και μερική συνένωση.

Γιατί χρειαζόμαστε τη συνένωση

Επειδή το καρτεσιανό γινόμενο R × S συνήθως δίνει μια πολύ μεγαλύτερη σχέση από αυτή που χρειαζόμαστε…

ορίζουμε πράξεις συνένωσης (JOIN), που εκφράζονται ως ακολουθίες καρτεσιανού γινομένου και επιλογής, με διάφορες παραλλαγές.



$\bowtie_F$	$\bowtie_=$	*	$\rtimes$	$\ltimes$
Θήτα-συνένωση	**Συνένωση ισότητας**	**Φυσική**	**Εξωτερική**	**Μερική**

Θήτα-συνένωση και συνένωση ισότητας

Θήτα-συνένωση (theta-join)

Περιέχει τις πλειάδες του καρτεσιανού γινομένου των R και S που ικανοποιούν το κατηγόρημα F.

$$R \bowtie_F S = \sigma_F(R \times S)$$

ισοδύναμο: `R [F] S`

Το F έχει τη μορφή R.a op S.b, όπου op ένας τελεστής σύγκρισης: $<, \leq, >, \geq, =, \neq$

Συνένωση ισότητας (equijoin)

Θήτα-συνένωση στην οποία το κατηγόρημα F περιλαμβάνει μόνο ισότητες.

$$R \bowtie_{R.a = S.b} S$$

Η πιο συχνή περίπτωση: ισότητα ξένου κλειδιού με πρωτεύον κλειδί, π.χ. EMPLOYEE.DNO = DEPARTMENT.DNUMBER.

Παράδειγμα θήτα-συνένωσης

Βήμα 1 2

$$\text{TEACHER} \bowtie_{\text{CHOURS} > 3} \text{COURSE}$$ ισοδύναμα `TEACHER [CHOURS>3] COURSE`

Βήμα 1 **Παίρνουμε το TEACHER × COURSE και ελέγχουμε το F σε κάθε πλειάδα**

Teacher_ID	TFNAME	TLNAME	Course_ID	CNAME	CHOURS	CHOURS > 3
1	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	211	ΒΔ	4	✓
1	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	212	ΜΑΤΗ 1	3	✗
1	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	210	ΜΑΤΗ 2	3	✗
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	211	ΒΔ	4	✓
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	212	ΜΑΤΗ 1	3	✗
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	210	ΜΑΤΗ 2	3	✗
3	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ	211	ΒΔ	4	✓
3	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ	212	ΜΑΤΗ 1	3	✗
3	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ	210	ΜΑΤΗ 2	3	✗

Θήτα-συνένωση: αποτέλεσμα

Βήμα 1 2

$$\text{TEACHER} \bowtie_{\text{CHOURS} > 3} \text{COURSE}$$

Βήμα 2 **Κρατάμε τις πλειάδες με ✓**

Teacher_ID	TFNAME	TLNAME	Course_ID	CNAME	CHOURS
1	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	211	ΒΔ	4
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	211	ΒΔ	4
3	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ	211	ΒΔ	4

9 → 3

πλειάδες

Ίδιο αποτέλεσμα με $\sigma_{\text{CHOURS} > 3}(\text{TEACHER} \times \text{COURSE})$. Εδώ η συνθήκη αφορά μόνο τη COURSE, άρα κάθε καθηγητής συνδυάζεται με το μάθημα ΒΔ.

Φυσική και εξωτερική συνένωση

Φυσική συνένωση (natural join)

Συνένωση ισότητας μεταξύ R και S με κριτήριο όλα τα κοινά γνωρίσματα. Τα κοινά γνωρίσματα εμφανίζονται στο αποτέλεσμα μόνο μία φορά.

$$R \bowtie S \quad \text{ή} \quad R * S$$

Με ρητά γνωρίσματα: $R *_{R.x,\, S.y} S$

Εξωτερική συνένωση (outer join)

Η (αριστερή) εξωτερική συνένωση περιλαμβάνει και τις πλειάδες της R που δεν έχουν αντίστοιχες τιμές στην S. Οι τιμές που λείπουν γίνονται NULL.

$$R \bowtie_{R.x = S.y} S$$

⟕ Δεξιά: κρατά και τις πλειάδες της S χωρίς ταίρι

⟗ Πλήρης: κρατά και από τις δύο πλευρές

Δύο νέες σχέσεις: TEACHERS και UNIVERSITIES

TEACHERS

TEACHERID	TFNAME	TLNAME	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	SCHOOL	NOMOS
1	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ	ΦΥΣΙΚΟΣ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΣ	ΕΜΠ	ΒΟΙΩΤΙΑ
3	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	ΗΥ	ΔΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
4	ΠΕΤΡΟΣ	ΠΕΤΡΟΥ	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΣ	ΑΠΘ	ΚΑΤΕΡΙΝΗ
5	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	ΗΥ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ
6	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ	ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ	ΕΜΠ	ΚΟΡΙΝΘΙΑ
9	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ	ΗΥ	ΑΠΘ	ΘΡΑΚΗ

Το SCHOOL περιέχει κωδικούς πανεπιστημίων, δηλαδή τιμές του UCODE.

UNIVERSITIES

UCODE	UNAME	USTUDENTS	USTAFF	LOCATION
ΑΠΘ	ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	8900	450	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΔΠΘ	ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ	5000	389	ΘΡΑΚΗ
ΕΜΠ	ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ	10000	1000	ΑΤΤΙΚΗ
ΧΠΑ	ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ	3000	100	ΑΤΤΙΚΗ

TEACHERS × UNIVERSITIES: 7 × 4 = 28

Βήμα 1 2 3

Εμφανίζονται 5 από τα 11 γνωρίσματα. Με πράσινο οι πλειάδες όπου **SCHOOL = UCODE**.

ID	SCHOOL	NOMOS	UCODE	LOCATION	=
1	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	✗
1	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ	✗
1	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	✓
1	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΧΠΑ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
2	ΕΜΠ	ΒΟΙΩΤΙΑ	ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	✗
2	ΕΜΠ	ΒΟΙΩΤΙΑ	ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ	✗
2	ΕΜΠ	ΒΟΙΩΤΙΑ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	✓
2	ΕΜΠ	ΒΟΙΩΤΙΑ	ΧΠΑ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
3	ΔΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	✗
3	ΔΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ	✓
3	ΔΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
3	ΔΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΧΠΑ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
4	ΑΠΘ	ΚΑΤΕΡΙΝΗ	ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	✓
4	ΑΠΘ	ΚΑΤΕΡΙΝΗ	ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ	✗

ID	SCHOOL	NOMOS	UCODE	LOCATION	=
4	ΑΠΘ	ΚΑΤΕΡΙΝΗ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
4	ΑΠΘ	ΚΑΤΕΡΙΝΗ	ΧΠΑ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
5	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	✗
5	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ	✗
5	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	✓
5	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΧΠΑ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
6	ΕΜΠ	ΚΟΡΙΝΘΙΑ	ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	✗
6	ΕΜΠ	ΚΟΡΙΝΘΙΑ	ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ	✗
6	ΕΜΠ	ΚΟΡΙΝΘΙΑ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	✓
6	ΕΜΠ	ΚΟΡΙΝΘΙΑ	ΧΠΑ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
9	ΑΠΘ	ΘΡΑΚΗ	ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	✓
9	ΑΠΘ	ΘΡΑΚΗ	ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ	✗
9	ΑΠΘ	ΘΡΑΚΗ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
9	ΑΠΘ	ΘΡΑΚΗ	ΧΠΑ	ΑΤΤΙΚΗ	✗

Συνένωση ισότητας: το αποτέλεσμα

Βήμα 1 2 3

$$\text{TEACHERS} \bowtie_{\text{SCHOOL} = \text{UCODE}} \text{UNIVERSITIES}$$

Συμβολισμός των αρχικών σημειώσεων: $\text{TEACHERS} *_{\text{TEACHERS.SCHOOL=UNIVERSITIES.UCODE}} \text{UNIVERSITIES}$

TEACHERID	TFNAME	TLNAME	SCHOOL	NOMOS	UCODE	UNAME	LOCATION
1	ΑΝΔΡΕΑΣ	ΑΝΔΡΕΟΥ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΕΜΠ	ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ	ΑΤΤΙΚΗ
2	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	ΕΜΠ	ΒΟΙΩΤΙΑ	ΕΜΠ	ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ	ΑΤΤΙΚΗ
3	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	ΔΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΔΠΘ	ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ	ΘΡΑΚΗ
4	ΠΕΤΡΟΣ	ΠΕΤΡΟΥ	ΑΠΘ	ΚΑΤΕΡΙΝΗ	ΑΠΘ	ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
5	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΕΜΠ	ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ	ΑΤΤΙΚΗ
6	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ	ΕΜΠ	ΚΟΡΙΝΘΙΑ	ΕΜΠ	ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ	ΑΤΤΙΚΗ
9	ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ	ΑΠΘ	ΘΡΑΚΗ	ΑΠΘ	ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Στη συνένωση ισότητας τα SCHOOL και UCODE μένουν και τα δύο, με ίδιες τιμές. Δεν εμφανίζονται τα EIDIKOTHTA, USTUDENTS, USTAFF λόγω χώρου. Το ΧΠΑ δεν εμφανίζεται: κανένας καθηγητής δεν έχει SCHOOL = ΧΠΑ.

Συνθήκη με δύο ισότητες

Βήμα 1 2 3

$$\text{TEACHERS} \bowtie_{\text{SCHOOL} = \text{UCODE AND NOMOS} = \text{LOCATION}} \text{UNIVERSITIES}$$

Βήμα 3 **Από τις 7 πλειάδες, ελέγχουμε και τη δεύτερη ισότητα**

ID	TLNAME	SCHOOL	UCODE	NOMOS	LOCATION	NOMOS = LOCATION
1	ΑΝΔΡΕΟΥ	ΕΜΠ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΑΤΤΙΚΗ	✓
2	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	ΕΜΠ	ΕΜΠ	ΒΟΙΩΤΙΑ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
3	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	ΔΠΘ	ΔΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΘΡΑΚΗ	✗
4	ΠΕΤΡΟΥ	ΑΠΘ	ΑΠΘ	ΚΑΤΕΡΙΝΗ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	✗
5	ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	ΕΜΠ	ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	ΑΤΤΙΚΗ	✓
6	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ	ΕΜΠ	ΕΜΠ	ΚΟΡΙΝΘΙΑ	ΑΤΤΙΚΗ	✗
9	ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ	ΑΠΘ	ΑΠΘ	ΘΡΑΚΗ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	✗

Αποτέλεσμα

ID	TLNAME	UCODE
1	ΑΝΔΡΕΟΥ	ΕΜΠ
5	ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	ΕΜΠ

Καθηγητές που διδάσκουν σε πανεπιστήμιο του νομού τους.

Φυσική συνένωση: παράδειγμα

DEPARTMENT

DNAME	DNUMBER	MGRSSN	MGRSTARTDATE
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19

DEPT_LOCATIONS

DNUMBER	DLOCATION
1	Houston
4	Stafford
5	Bellaire
5	Sugarland
5	Houston

Βήμα 1 **Βρίσκουμε τα κοινά γνωρίσματα: μόνο το DNUMBER**

Άρα η συνθήκη είναι:
DEPARTMENT.DNUMBER = DEPT_LOCATIONS.DNUMBER

DEPARTMENT * DEPT_LOCATIONS



Η φυσική συνένωση συγκρίνει γνωρίσματα με το ίδιο όνομα. Δεν χρειάζεται να γράψουμε τη συνθήκη· προκύπτει από το σχήμα.

Φυσική συνένωση: αποτέλεσμα

Βήμα 1 2

Συνένωση ισότητας: το DNUMBER εμφανίζεται δύο φορές

DNAME	DNUMBER	MGRSSN	MGRSTARTDATE	DNUMBER	DLOCATION
Research	5	333445555	1988-05-22	5	Bellaire
Research	5	333445555	1988-05-22	5	Sugarland
Research	5	333445555	1988-05-22	5	Houston
Administration	4	987654321	1995-01-01	4	Stafford
Headquarters	1	888665555	1981-06-19	1	Houston

Βήμα 2 **Κρατάμε το κοινό γνώρισμα μία φορά**

```
DEPARTMENT * DEPT_LOCATIONS
```

DNAME	DNUMBER	MGRSSN	MGRSTARTDATE	DLOCATION
Research	5	333445555	1988-05-22	Bellaire
Research	5	333445555	1988-05-22	Sugarland
Research	5	333445555	1988-05-22	Houston
Administration	4	987654321	1995-01-01	Stafford
Headquarters	1	888665555	1981-06-19	Houston



5 πλειάδες: το τμήμα 5 έχει τρεις τοποθεσίες.

Εσωτερική και εξωτερικές συνενώσεις

Ένα μικρό παράδειγμα για να τις συγκρίνουμε. Συνθήκη συνένωσης: $\mathrm{DEPT} = \mathrm{DCODE}$

STUDENTS (R)

AM	NAME	DEPT
1	Μαρία	ΗΜ
2	Νίκος	ΠΜ
3	Ελένη	ΗΜ
4	Κώστας	ΧΜ

DEPTS (S)

DCODE	DNAME
ΗΜ	Ηλεκτρολόγων Μηχ.
ΠΜ	Πολιτικών Μηχ.
ΑΤ	Αγρονόμων Τοπογράφων

Χωρίς ταίρι

Κώστας: τμήμα ΧΜ που δεν υπάρχει στη DEPTS

ΑΤ: τμήμα χωρίς φοιτητές

⋈ Εσωτερική

μόνο R | ταιριάζουν | μόνο S

3 πλειάδες

⟕ Αριστερή

μόνο R | ταιριάζουν | μόνο S

4 πλειάδες

⟖ Δεξιά

μόνο R | ταιριάζουν | μόνο S

4 πλειάδες

⟗ Πλήρης

μόνο R | ταιριάζουν | μόνο S

5 πλειάδες

Εσωτερική συνένωση (inner join)

Βήμα 1 2 3 4

$$\text{STUDENTS} \bowtie_{\text{DEPT} = \text{DCODE}} \text{DEPTS}$$

μόνο R | **ταιριάζουν** | μόνο S

AM	NAME	DEPT	DCODE	DNAME
1	Μαρία	ΗΜ	ΗΜ	Ηλεκτρολόγων Μηχ.
2	Νίκος	ΠΜ	ΠΜ	Πολιτικών Μηχ.
3	Ελένη	ΗΜ	ΗΜ	Ηλεκτρολόγων Μηχ.

Κρατά μόνο τις πλειάδες που ταιριάζουν και στις δύο σχέσεις. Ο Κώστας (ΧΜ) και το τμήμα ΑΤ χάνονται.

Στην SQL

```
SELECT *
FROM STUDENTS
  INNER JOIN DEPTS
  ON DEPT = DCODE;
```

3 πλειάδες

όσες ταιριάζουν

Αριστερή εξωτερική (left outer join)

Βήμα 1 2 3 4

$$\text{STUDENTS} \bowtie_{\text{DEPT} = \text{DCODE}} \text{DEPTS}$$

μόνο R | ταιριάζουν | μόνο S

AM	NAME	DEPT	DCODE	DNAME
1	Μαρία	ΗΜ	ΗΜ	Ηλεκτρολόγων Μηχ.
2	Νίκος	ΠΜ	ΠΜ	Πολιτικών Μηχ.
3	Ελένη	ΗΜ	ΗΜ	Ηλεκτρολόγων Μηχ.
4	Κώστας	ΧΜ	*NULL*	*NULL*

Κρατά όλες τις πλειάδες της αριστερής σχέσης. Ο Κώστας δεν έχει τμήμα, οπότε τα DCODE και DNAME γίνονται NULL.

Στην SQL

```
SELECT *
FROM STUDENTS
  LEFT OUTER JOIN DEPTS
  ON DEPT = DCODE;
```

4 πλειάδες

3 + 1 (μόνο R)

Δεξιά εξωτερική (right outer join)

Βήμα 1 2 3 4

$$\text{STUDENTS} \bowtie_{\text{DEPT} = \text{DCODE}} \text{DEPTS}$$

μόνο R | ταιριάζουν | μόνο S

AM	NAME	DEPT	DCODE	DNAME
1	Μαρία	ΗΜ	ΗΜ	Ηλεκτρολόγων Μηχ.
2	Νίκος	ΠΜ	ΠΜ	Πολιτικών Μηχ.
3	Ελένη	ΗΜ	ΗΜ	Ηλεκτρολόγων Μηχ.
NULL	*NULL*	*NULL*	ΑΤ	Αγρονόμων Τοπογράφων

Κρατά όλες τις πλειάδες της δεξιάς σχέσης. Το τμήμα ΑΤ δεν έχει φοιτητές, οπότε τα AM, NAME, DEPT γίνονται NULL.

Στην SQL

```
SELECT *
FROM STUDENTS
  RIGHT OUTER JOIN DEPTS
  ON DEPT = DCODE;
```

4 πλειάδες

3 + 1 (μόνο S)

Πλήρης εξωτερική (full outer join)

Βήμα 1 2 3 4

$$\text{STUDENTS} \bowtie_{\text{DEPT} = \text{DCODE}} \text{DEPTS}$$

μόνο R	ταιριάζουν	μόνο S

AM	NAME	DEPT	DCODE	DNAME
1	Μαρία	ΗΜ	ΗΜ	Ηλεκτρολόγων Μηχ.
2	Νίκος	ΠΜ	ΠΜ	Πολιτικών Μηχ.
3	Ελένη	ΗΜ	ΗΜ	Ηλεκτρολόγων Μηχ.
4	Κώστας	ΧΜ	*NULL*	*NULL*
NULL	*NULL*	*NULL*	ΑΤ	Αγρονόμων Τοπογράφων

Κρατά τις πλειάδες και των δύο σχέσεων: όσες ταιριάζουν, τον Κώστα με NULL δεξιά και το ΑΤ με NULL αριστερά.

Στην SQL

```
SELECT *
FROM STUDENTS
  FULL OUTER JOIN DEPTS
  ON DEPT = DCODE;
```

5 πλειάδες

3 + 1 (μόνο R) + 1 (μόνο S)

Σύγκριση των τεσσάρων συνενώσεων

Συνένωση	Σύμβολο	Κρατά	Πλειάδες	SQL
Εσωτερική	$\bowtie$	μόνο όσες ταιριάζουν	**3**	`INNER JOIN`
Αριστερή	$\overset{\bowtie}{}$	+ όσες της R δεν ταιριάζουν	**4**	`LEFT OUTER JOIN`
Δεξιά	$\overset{}{\bowtie}$	+ όσες της S δεν ταιριάζουν	**4**	`RIGHT OUTER JOIN`
Πλήρης	$\overset{\bowtie}{\bowtie}$	+ όσες δεν ταιριάζουν, και από τις δύο	**5**	`FULL OUTER JOIN`

Οι εξωτερικές συνενώσεις δεν χάνουν πλειάδες. Όπου δεν υπάρχει ταίρι, συμπληρώνουν τα γνωρίσματα της άλλης σχέσης με NULL. Η $R \overset{}{\bowtie} S$ δίνει τις ίδιες πλειάδες με την $S \overset{}{\bowtie} R$, με διαφορετική σειρά στηλών.

Αριστερή εξωτερική: ένα ακόμη παράδειγμα

$$\text{UNIVERSITIES} \bowtie_{\text{UCODE} = \text{SCHOOL}} \text{TEACHERS}$$

UCODE	LOCATION	TEACHERID	TLNAME	SCHOOL
ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	4	ΠΕΤΡΟΥ	ΑΠΘ
ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	9	ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΥ	ΑΠΘ
ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ	3	ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ	ΔΠΘ
ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	1	ΑΝΔΡΕΟΥ	ΕΜΠ
ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	2	ΓΕΩΡΓΙΟΥ	ΕΜΠ
ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	5	ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	ΕΜΠ
ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	6	ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ	ΕΜΠ
ΧΠΑ	ΑΤΤΙΚΗ	*NULL*	*NULL*	*NULL*

1. Συνένωση ισότητας UCODE = SCHOOL: 7 πλειάδες.
2. Το ΧΠΑ δεν έχει κανένα ταίρι στη TEACHERS.
3. Επειδή είναι στην αριστερή σχέση, το κρατάμε και συμπληρώνουμε NULL.

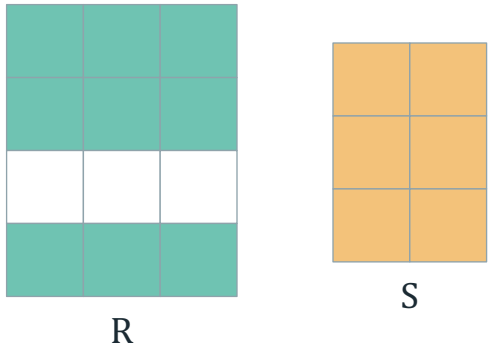
Με απλή συνένωση το ΧΠΑ θα χανόταν. Η εξωτερική κρατά όλες τις πλειάδες της αριστερής σχέσης.

Μερική συνένωση (semijoin)

Η μερική συνένωση δύο σχέσεων R και S είναι μια σχέση που περιλαμβάνει τις πλειάδες της R οι οποίες συμμετέχουν στη συνένωση της R με την S.

$$R \ltimes_F S = \pi_A(R \bowtie_F S)$$

όπου A είναι όλα τα γνωρίσματα (attributes) της R



Κρατάμε γραμμές μόνο από την R· η S χρησιμοποιείται μόνο για τον έλεγχο.

? **Απαντά στην ερώτηση:** ποιες πλειάδες της R έχουν τουλάχιστον ένα ταίρι στην S;

Παράδειγμα μερικής συνένωσης

$$\text{UNIVERSITIES} \ltimes_{\text{UCODE} = \text{SCHOOL}} \text{TEACHERS}$$

Βήμα 1 **Συνένωση**

UCODE	LOCATION	TEACHERID
ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	4
ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	9
ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ	3
ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	1
ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	2
ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	5
ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ	6

→

Βήμα 2 **Προβολή στην R**

UCODE	LOCATION
ΑΠΘ	*ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ*
ΑΠΘ	*ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ*
ΔΠΘ	*ΘΡΑΚΗ*
ΕΜΠ	*ΑΤΤΙΚΗ*
ΕΜΠ	*ΑΤΤΙΚΗ*
ΕΜΠ	*ΑΤΤΙΚΗ*
ΕΜΠ	*ΑΤΤΙΚΗ*

→

Βήμα 3 **Χωρίς διπλές**

UCODE	LOCATION
ΑΠΘ	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΔΠΘ	ΘΡΑΚΗ
ΕΜΠ	ΑΤΤΙΚΗ

Πανεπιστήμια με τουλάχιστον έναν καθηγητή. Το ΧΠΑ λείπει.

Εμφανίζονται τα UCODE, LOCATION· το αποτέλεσμα έχει όλα τα γνωρίσματα της UNIVERSITIES.

Η πράξη της διαίρεσης

Για ερωτήματα του τύπου «για όλα»: ποιοι συνδέονται με όλες τις πλειάδες μιας άλλης σχέσης;

Η πράξη της διαίρεσης: ορισμός

Έστω ότι

- η R έχει το σύνολο γνωρισμάτων A
- η S έχει το σύνολο γνωρισμάτων B
- το B είναι υποσύνολο του A
- C = A − B: τα γνωρίσματα της R που δεν είναι γνωρίσματα της S

Η διαίρεση R ÷ S ορίζει μια σχέση πάνω στα γνωρίσματα C, με τις πλειάδες που συνδυάζονται με κάθε πλειάδα της S.

$$R \div S, \quad R_A, S_B, B \subseteq A$$

$$T_1 \leftarrow \pi_C(R)$$

όλοι οι υποψήφιοι

$$T_2 \leftarrow \pi_C((S \times T_1) - R)$$

όσοι δεν έχουν κάποιον συνδυασμό

$$T \leftarrow T_1 - T_2$$

όσοι έχουν όλους τους συνδυασμούς

Παράδειγμα διαίρεσης: τα δεδομένα

Ερώτημα: Ποιοι υπάλληλοι δουλεύουν σε όλα τα έργα στα οποία δουλεύει ο John Smith (SSN 123456789);

R

ESSN	PNO
123456789	1
123456789	2
666884444	3
453453453	1
453453453	2
333445555	2
333445555	3
333445555	10

ESSN	PNO
333445555	20
999887777	30
999887777	10
987987987	10
987987987	30
987654321	30
987654321	20
888665555	20

S

PNO
1
2

$A = \{ESSN, PNO\}$

$B = \{PNO\}$

$C = A - B = \{ESSN\}$

Το αποτέλεσμα θα έχει μόνο το ESSN.

$R \leftarrow \pi_{ESSN,\ PNO}(WORKS\_ON)$

$S \leftarrow \pi_{PNO}(\sigma_{ESSN\ =\ 123456789}(WORKS\_ON))$

Διαίρεση: οι υποψήφιοι

$$T_1 \leftarrow \pi_{ESSN}(R)$$

T1

ESSN
123456789
666884444
453453453
333445555
999887777
987987987
987654321
888665555

Όλοι οι υπάλληλοι που εμφανίζονται στην R: 8 υποψήφιοι. Η απάντηση θα είναι υποσύνολο αυτών.

Στο επόμενο βήμα βρίσκουμε ποιοι υποψήφιοι δεν έχουν κάποιο από τα έργα της S.

Διαίρεση: ποιοι δεν τα έχουν όλα

Βήμα 1 2 3

$$T_2 \leftarrow \pi_{ESSN}((S \times T_1) - R)$$

S × T1: όλοι οι συνδυασμοί που θα έπρεπε να υπάρχουν

ESSN	PNO	Στην R;
123456789	1	✓
123456789	2	✓
666884444	1	✗
666884444	2	✗
453453453	1	✓
453453453	2	✓
333445555	1	✗
333445555	2	✓

ESSN	PNO	Στην R;
999887777	1	✗
999887777	2	✗
987987987	1	✗
987987987	2	✗
987654321	1	✗
987654321	2	✗
888665555	1	✗
888665555	2	✗

T2: όσοι έχουν ✗

ESSN
666884444
333445555
999887777
987987987
987654321
888665555

Οι γραμμές με ✗ είναι το (S × T1) − R: συνδυασμοί που λείπουν από την R.

Διαίρεση: το αποτέλεσμα

Βήμα 1 2 3

$$T \leftarrow T_1 - T_2$$

T1

ESSN	Στο T2;
123456789	✗
666884444	✓
453453453	✗
333445555	✓
999887777	✓
987987987	✓
987654321	✓
888665555	✓

T = R ÷ S

ESSN
123456789
453453453

John Smith και Joyce English: οι μόνοι που δουλεύουν και στο έργο 1 και στο έργο 2.

Για τα ονόματα: $\pi_{\text{FNAME, LNAME}}(T \bowtie_{\text{ESSN = SSN}} \text{EMPLOYEE})$

Σύνοψη: οι πράξεις και η SQL

Πράξη	Σχεσιακή άλγεβρα	Αντίστοιχο στην SQL
Επιλογή	$\sigma_c(R)$	`SELECT * FROM R WHERE c`
Προβολή	$\pi_a(R)$	`SELECT DISTINCT a FROM R`
Ένωση / Τομή / Διαφορά	$R \cup S,\ R \cap S,\ R - S$	`UNION · INTERSECT · EXCEPT`
Καρτεσιανό γινόμενο	$R \times S$	`FROM R CROSS JOIN S`
Θήτα-συνένωση	$R \bowtie_F S$	`FROM R JOIN S ON F`
Φυσική συνένωση	$R * S$	`FROM R NATURAL JOIN S`
Αριστερή εξωτερική	$R \mathbin{⟕}_F S$	`FROM R LEFT OUTER JOIN S ON F`
Μερική συνένωση	$R \ltimes_F S$	`WHERE EXISTS (SELECT … FROM S WHERE F)`
Διαίρεση	$R \div S$	`NOT EXISTS (… NOT EXISTS …)`