

**προηγμενα θεματα αρχιτεκτονικησ υπολογιστων**

**αΣΚΗΣΗ 1: αΝΑΦΟΡΑ**



4 ΜαΪου, 2022

ΘΟΔΩΡΗΣ ΑΡΑΠΗΣ – EL18028

**Ιεραρχία Μνήμης**

Για όλα τα benchmark tests διατηρούμε τις παρακάτω τιμές για τις caches και το TLB:

1. TLB hit: 0 cycles (η πρόσβαση πραγματοποιείται παράλληλα με την L1 cache)

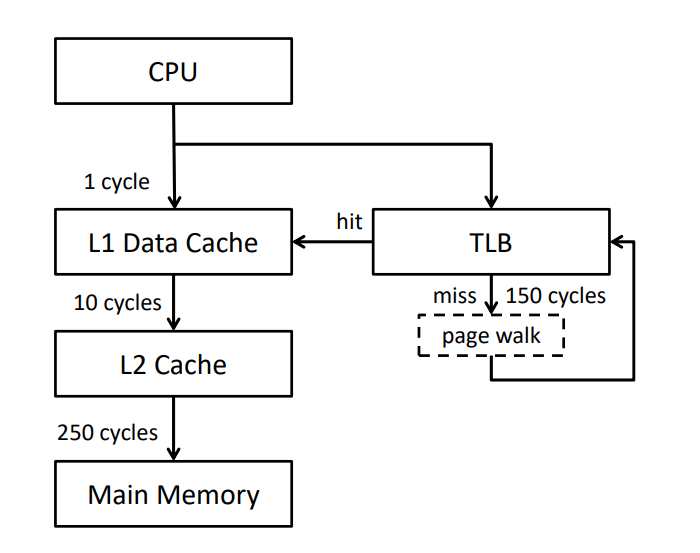
2. TLB miss: 150 cycles

3. L1 hit: 1 cycle

4. L2 hit: 10 cycles

5. Main memory access: 250 cycles

Οπότε η ιεραρχία μνήμης θα έχει την μορφή:

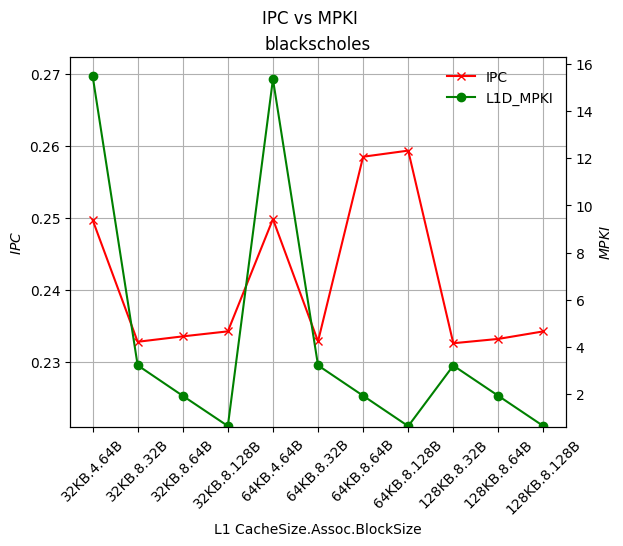


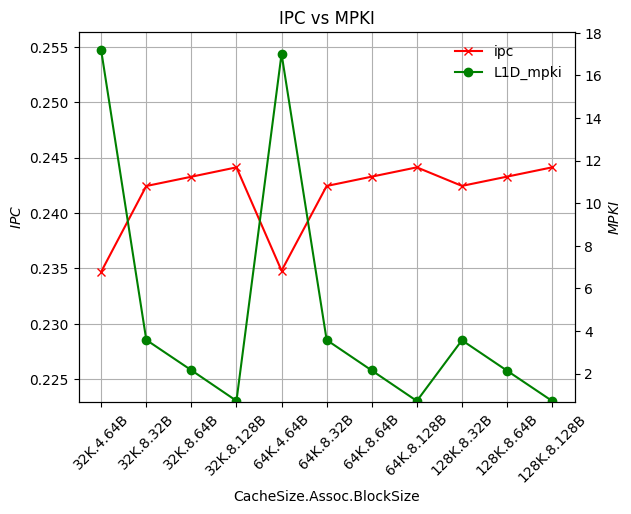
**Πειραματική Αξιολόγηση**

**7.1**

**7.1.1 L1 Cache**

**BLACKSCHOLE**

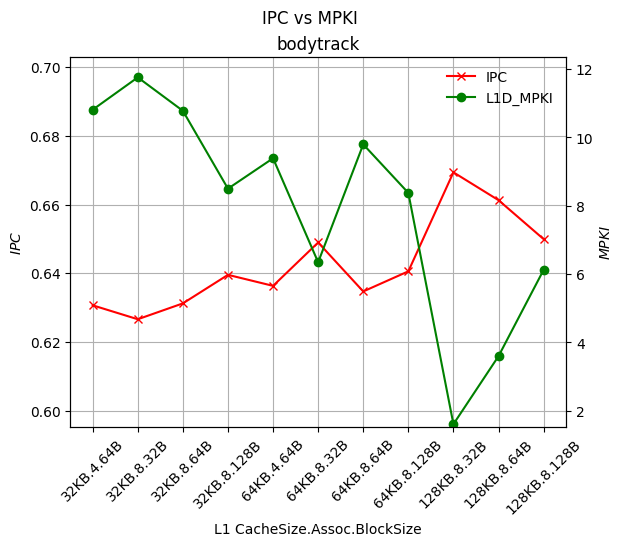
****

****



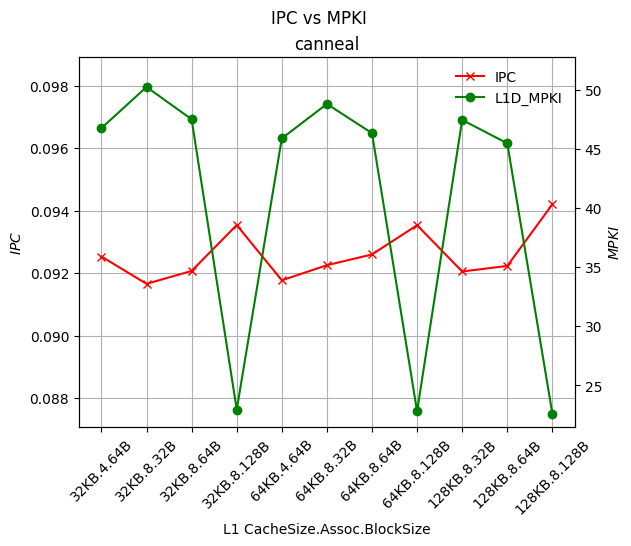
Παρατηρούμε ότι με αύξηση του block size αυξάνεται ελάχιστα το (λιγότερα cold misses), ενώ με αύξηση του cache size δεν παρατηρείται ιδιαίτερη αλλαγή στην τιμή του . Σημαντική αύξηση του , ωστόσο, έχουμε με την αύξηση του associativity, καθώς μειώνονται τα conflict misses. Βέλτιστη επίδοση είχαμε στους συνδυασμούς: . Επομένως η πιο οικονομική επιλογή θα ήταν ο συνδυασμός

**BODYTRACK**

****

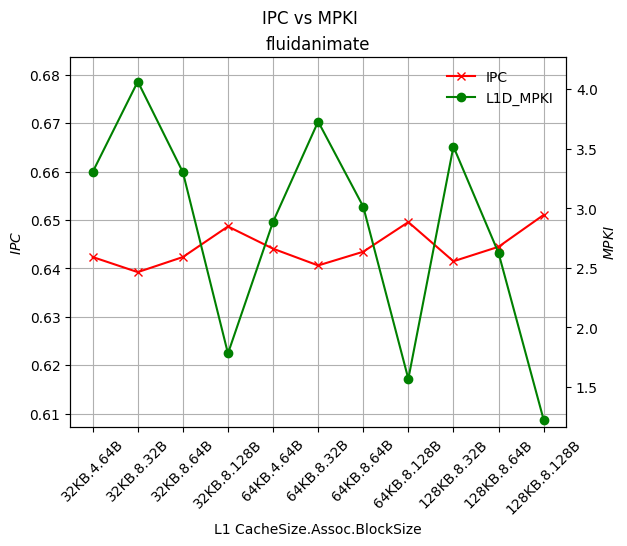
Παρατηρούμε ότι αυξάνοντας το μέγεθος του block size, η τιμή του αυξανόταν αντίστοιχα, για τις μικρότερες, όμως τιμές του cache size. Η αύξηση του associativity δεν είχε σημαντική επίδραση στο . Τέλος, η αύξηση του cache size είχα δραματική αύξηση στην τιμή του , μιας και μείωσε τα capacity misses. Περεταίρω αύξηση του block size φαίνεται να οδηγεί σε ελάττωση του . Συνεπώς, ο καλύτερος συνδυασμός είναι: .

**CANNEAL**



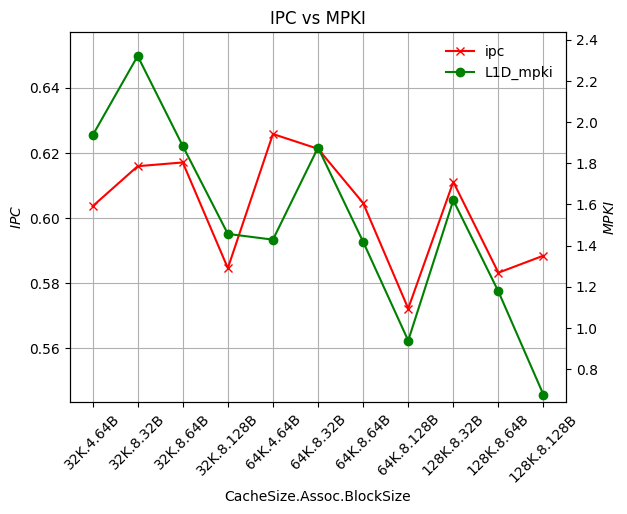
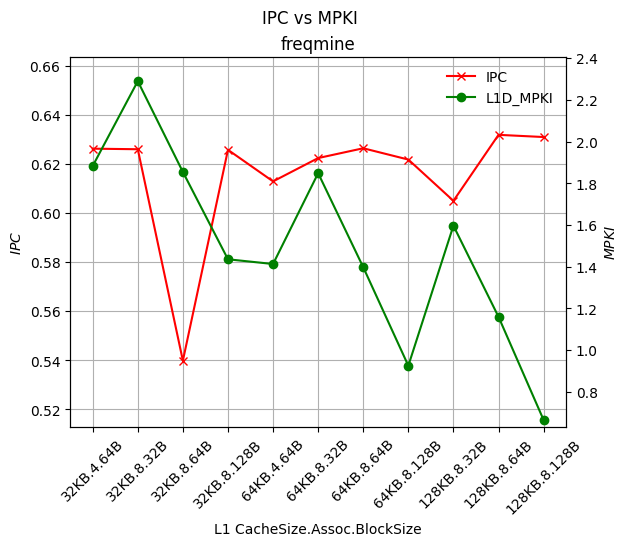
Παρατηρούμε ότι η μεταβολή του associativity και του cache size δεν προκαλεί σημαντικές μεταβολές στην τιμή του . Αντίθετα, αύξηση του block size οδηγεί σε φανερή αύξηση του . Συμπεραίνουμε, λοιπόν, πως τα δεδομένα βρίσκονται σε σχετικά κοντινές, μεταξύ τους, περιοχές της μνήμης (spatial locality) στην προσομοίωση αυτή. Η καλύτερος συνδυασμός (μεγαλύτερο ) είναι ο , ενώ ο οικονομικότερος με εξίσου καλή επίδοση είναι ο .

**FLUIDANIMATE**



Όμοια επίδραση φαίνεται να έχουν οι μεταβολές των 3 μεγεθών (cache size, associativity, block size), στην τιμή του , με την επίδραση που είχαν στο benchmark canneal. Πάλι, βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός είναι αντίστοιχα: ,

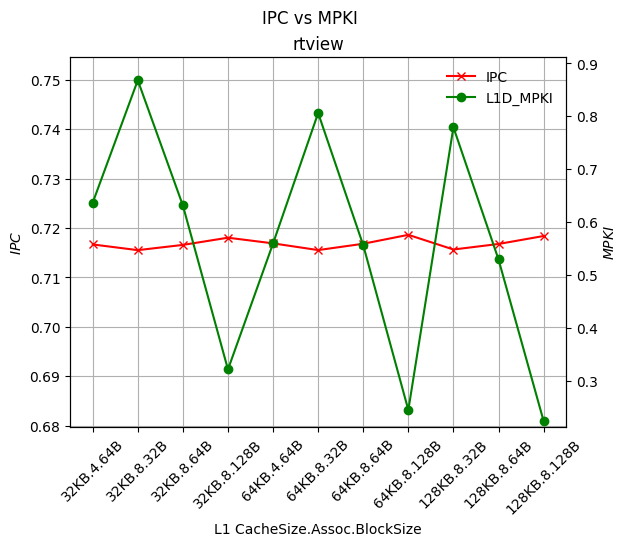
**FREQMINE**

****



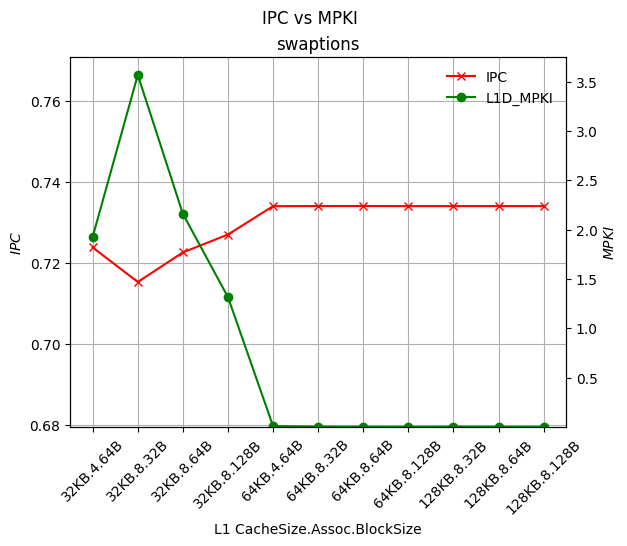
Παρατηρούμε ότι και οι 3 παράγοντες προκαλούν σημαντικές μεταβολές στο , ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο το μοτίβο επίδρασής τους μόνο από το παραπάνω διάγραμμα. Βέλτιστη επιλογή:

**RTVIEW (RAYTRACE)**



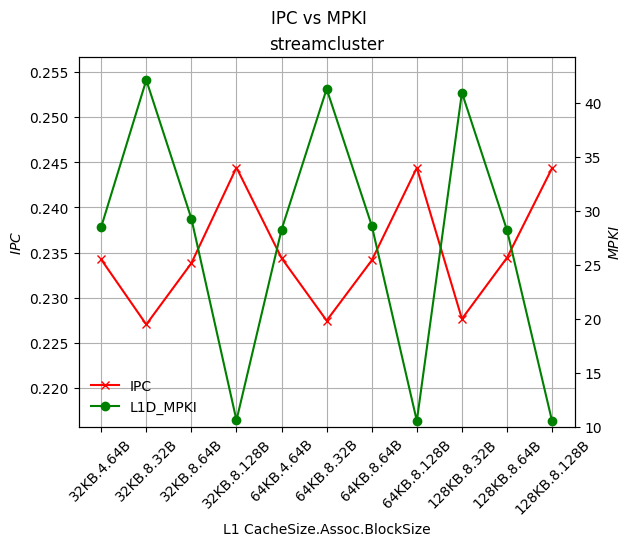
Παρατηρούμε ότι μόνο η αύξηση του block size και (ακόμα λιγότερο) του cache size προκαλεί μια μικρή αύξηση του Συνολικά, το παραμένει σχεδόν σταθερό για τις διάφορες τιμές των 3 παραγόντων. Συνεπώς βέλτιστος για πολύ λίγο είναι ο συνδυασμός , ενώ ο οικονομικότερος με σχεδόν το ίδιο :

**SWAPTIONS**

****

Παρατηρούμε μικρή αύξηση του με την αύξηση του block size και του cache size, μέχρι το cache size να φτάσει την τιμή των 64K. Ύστερα η μεταβολή του σταθεροποιείται. Βέλτιστη τιμή:

**STREAMCLUSTER**

****

Παρατηρούμε ότι η μεταβολή του associativity έχει αμελητέα επίδραση στο , το ίδιο και η μεταβολή του cache size. Οπότε μόνο η αύξηση του block size προκαλεί αξιοσημείωτη αύξηση του . Βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός:

**7.1.2 L2 Cache**

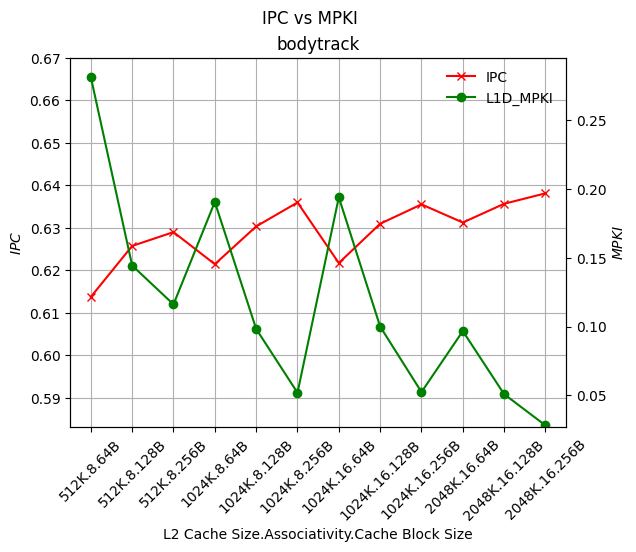
**BLACKSCHOLE**



Παρατηρούμε ότι η αύξηση του block size αυξάνει την τιμή του μέχρι το cache size να γίνει 2048K. Αύξηση του associativity φαίνεται να προκαλεί αισθητή αύξηση του , ενώ το cache size δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση. Βέλτιστος συνδυασμός:

Οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός συνδυασμός:

**BODYTRACK**



Παρατηρούμε ότι η αύξηση του block size και του cache size προκαλούν αύξηση του . Η μεταβολή του του associativity δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση στο . Βέλτιστος συνδυασμός: οικονομικότερος και εξίσου βέλτιστος:

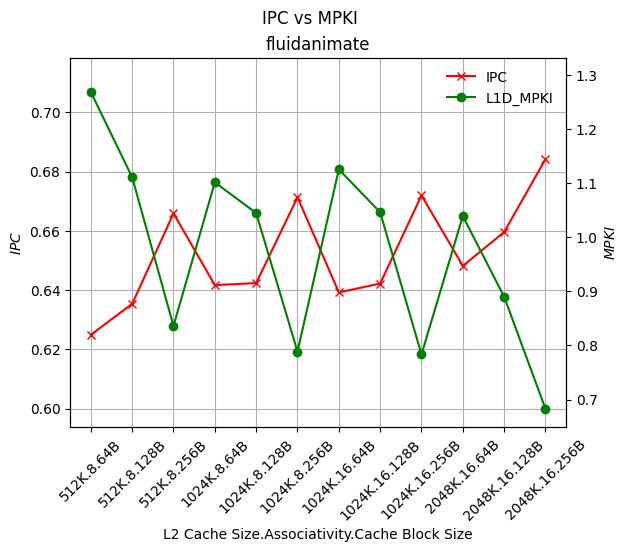
**CANNEAL**



****

Παρατηρούμε ότι η τιμή του associativity δεν έχει σημαντική επίδραση, ενώ αντίθετα αύξηση του block size και του cache size οδηγούν σε αύξηση του . Βέλτιστος συνδυασμός: οικονομικότερος και αρκετά αποδοτικός:

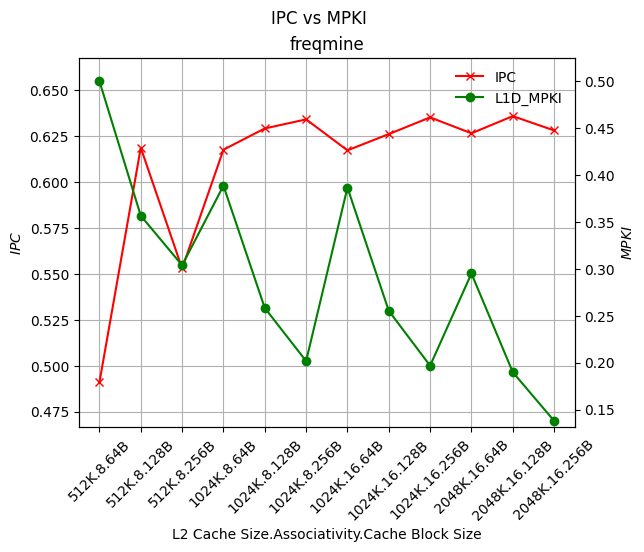
**FLUIDANIMATE**

**

Παρατηρούμε αύξηση του block size μεγάλη αύξηση του , αύξηση του cache size προκαλεί μικρότερη αύξηση του και τέλος το associativity προκαλεί μηδαμινή αύξηση. Βέλτιστος συνδυασμός: , οικονομικότερος και αρκετά αποδοτικός συνδυασμός:

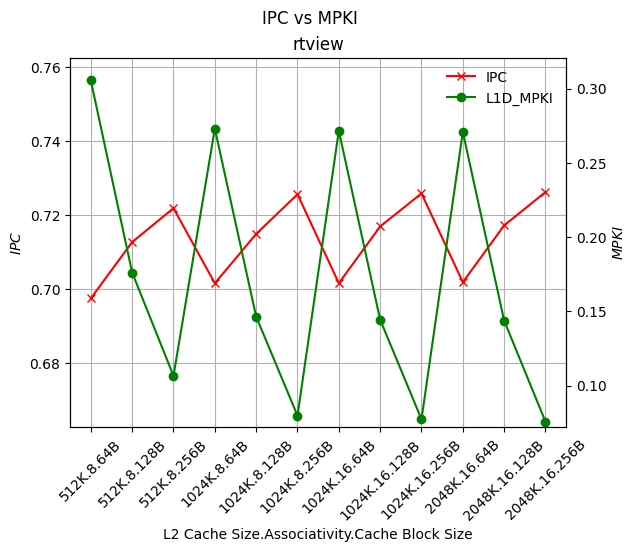
**FREQMINE**



****

Παρατηρούμε ότι για associativity = 8 και cache size = 512K, η μεταβολή του block size προκαλεί έντονες αυξομειώσεις στην τιμή του . Το cache size και το associativity δεν έχουν ιδιαίτερη επίδραση. Βέλτιστος: , οικονομικότερος και εξίσου βέλτιστος:

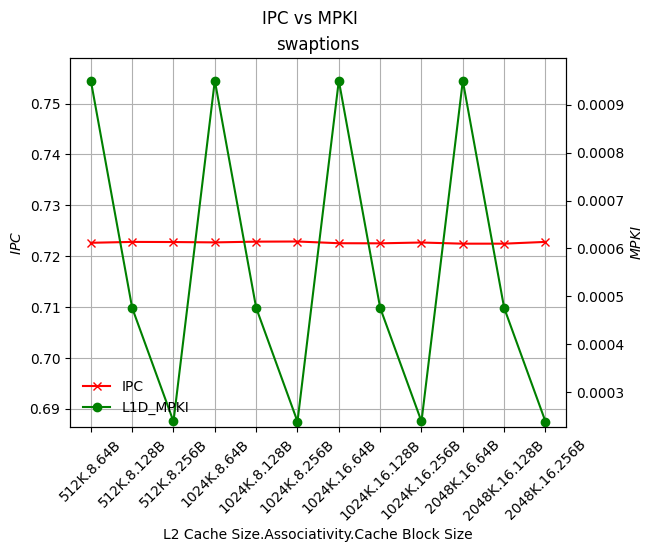
**RTVIEW (RAYTRACE)**



Παρατηρούμε αύξηση του block size μεγάλη αύξηση του , αύξηση του cache size προκαλεί μικρότερη αύξηση του και τέλος το associativity προκαλεί μηδαμινή αύξηση. Βέλτιστος συνδυασμός: , οικονομικότερος και αρκετά αποδοτικός συνδυασμός:

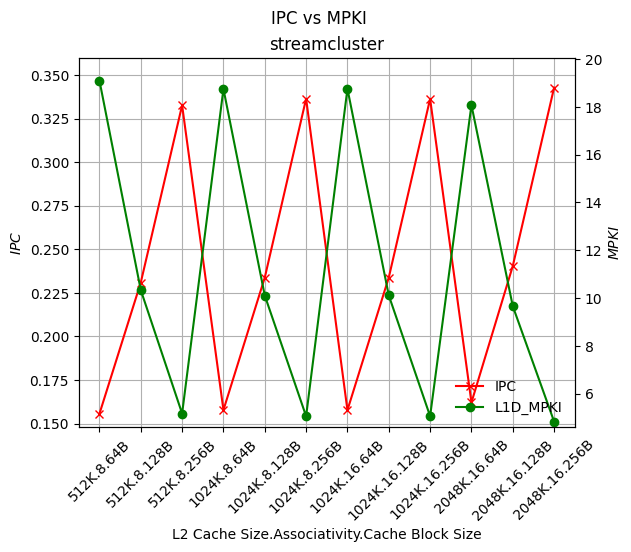
**SWAPTIONS**



****

Παρατηρούμε ότι κανένας παράγοντας δεν προκαλεί αισθητή μεταβολή στο . Συνεπώς βέλτιστη και οικονομικότερη λύση:

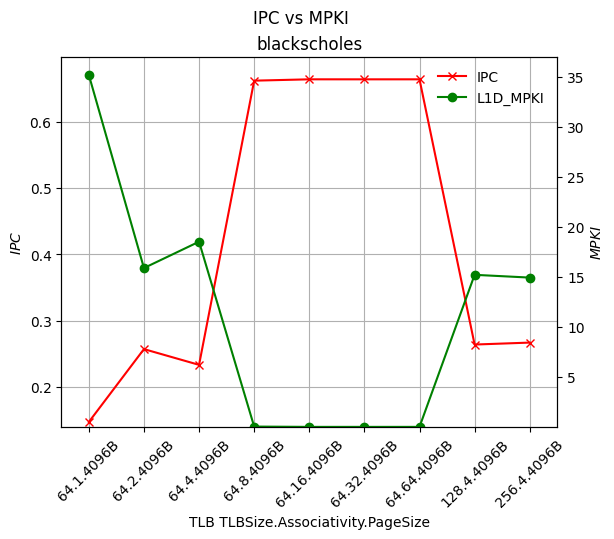
**STREAMCLUSTER**



Παρατηρούμε ότι το block size αυξάνει σημαντικά την τιμή του , ενώ το associativity και το cache size δεν έχουν σημαντική επίδραση. Βέλτιστος συνδυασμός: , οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός:

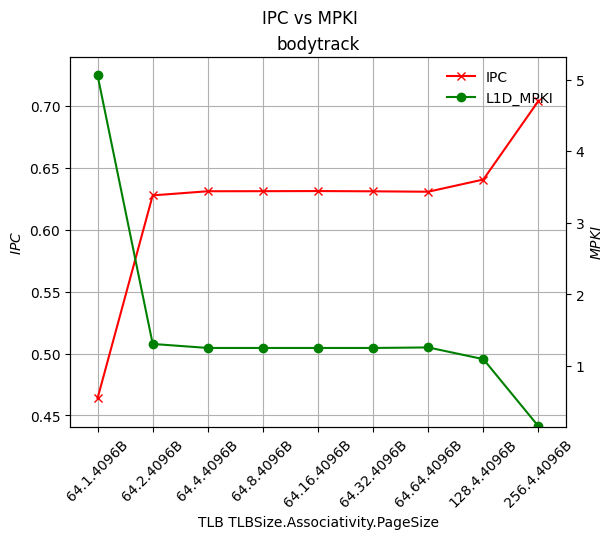
**7.1.3 TLB**

**BLACKSCHOLE**

****

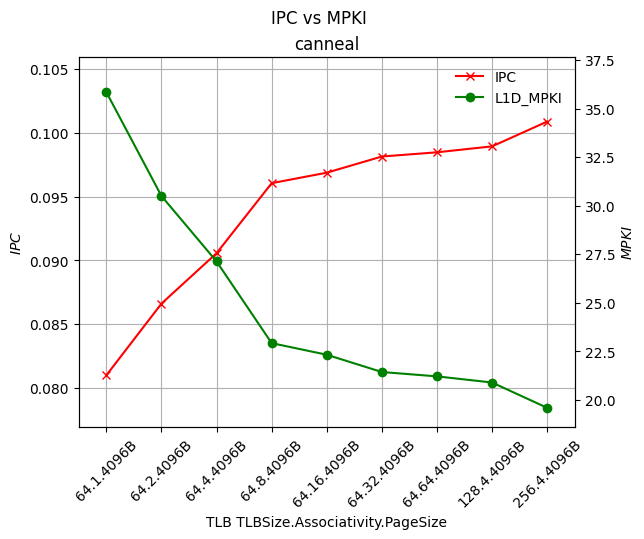
Παρατηρούμε ότι αύξηση του TLB size προκαλεί ελάχιστη αύξησης του , αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 8 δημιουργεί δραματική αύξηση στο (περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες αλλαγές). Βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός:

**BODYTRACK**



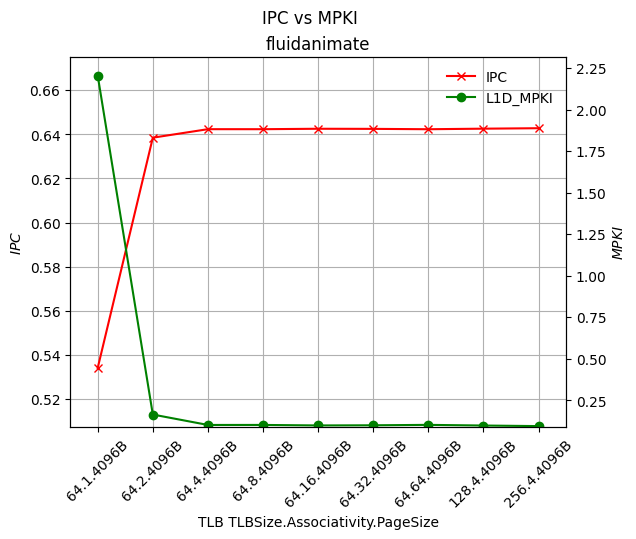
Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 2 προκαλεί έντονη αύξηση του , ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size οδηγεί σε αύξηση του . Βέλτιστος συνδυασμός: .

**CANNEAL**



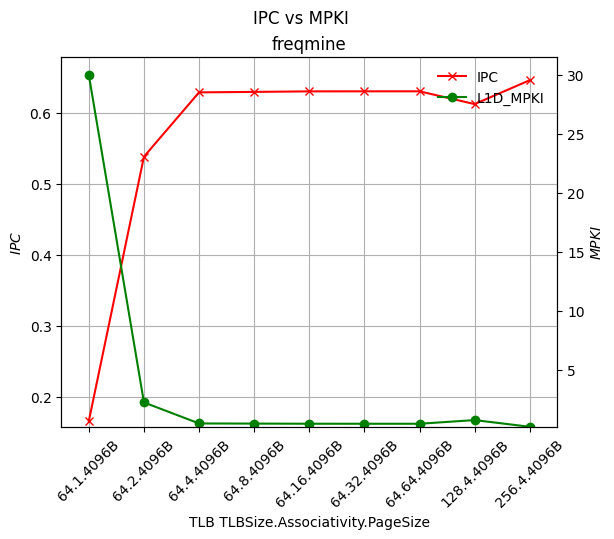
Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity και του TLB size οδηγεί σε αύξηση του . Βέλτιστος συνδυασμός: .

**FLUIDANIMATE**



Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 2 προκαλεί έντονη αύξηση του , ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δεν δημιουργεί κάποια μεταβολή στο . Βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός: .

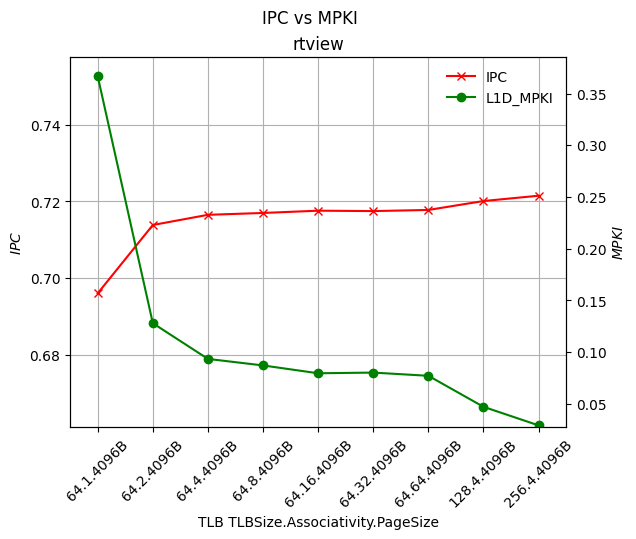
**FREQMINE**



Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 4 προκαλεί έντονη αύξηση του , ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δεν δημιουργεί κάποια σημαντική μεταβολή στο . Βέλτιστος συνδυασμός:

Οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός συνδυασμός: .

**RTVIEW (RAYTRACE)**

****

Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 4 προκαλεί αξιοσημείωτη αύξηση του , ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δημιουργεί μικρή αύξηση στο . Βέλτιστος συνδυασμός:

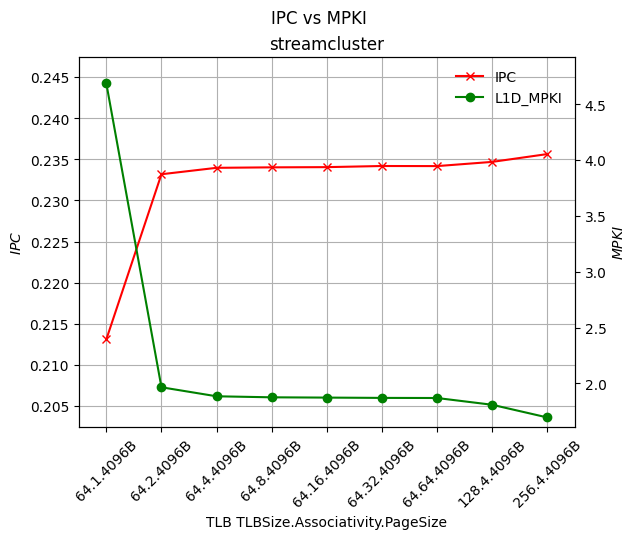
Οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός συνδυασμός: .

**SWAPTIONS**

****

Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 4 προκαλεί έντονη αύξηση του , ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δεν δημιουργεί μεταβολές στο . Βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός:

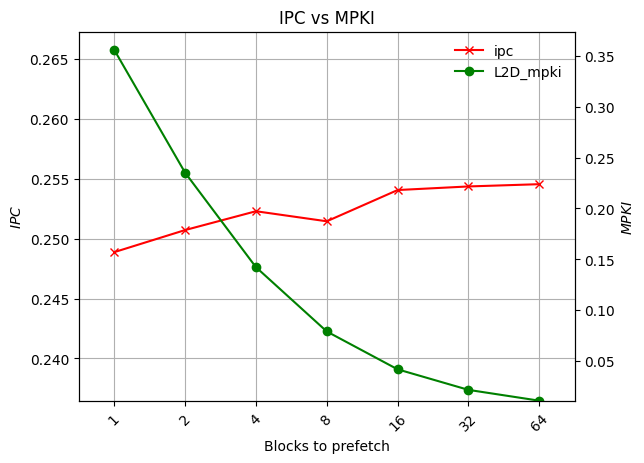
**STREAMCLUSTER**

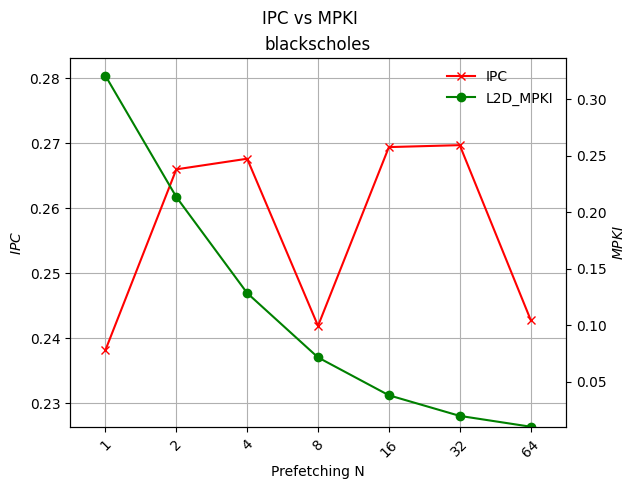
****

Παρατηρούμε ότι αύξηση του associativity μέχρι την τιμή 4 προκαλεί αξιοσημείωτη αύξηση του , ενώ περεταίρω αύξηση δεν προκαλεί ιδιαίτερες μεταβολές. Ακόμη, αύξηση του TLB size δημιουργεί μικρή αύξηση στο . Βέλτιστος συνδυασμός:

Οικονομικότερος και εξίσου αποδοτικός συνδυασμός: .

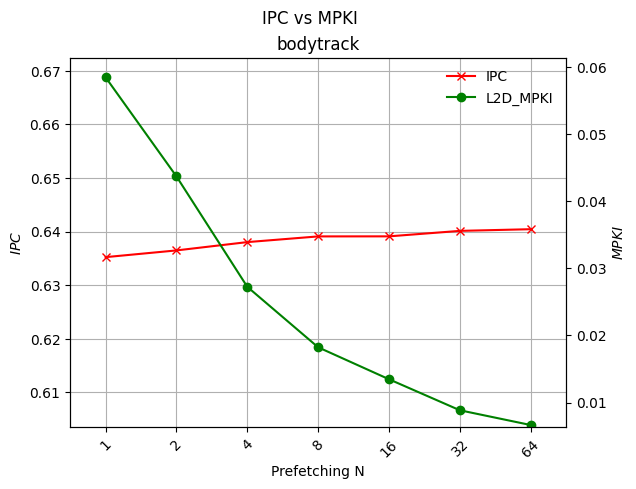
**7.1.4 Prefetching**

**BLACKSCHOLE**



Παρατηρούμε ότι το prefetching αυξάνει την απόδοση, συνεπώς έχουμε spatial locality στο παραπάνω μεταπρόγραμμα.

**BODYTRACK**

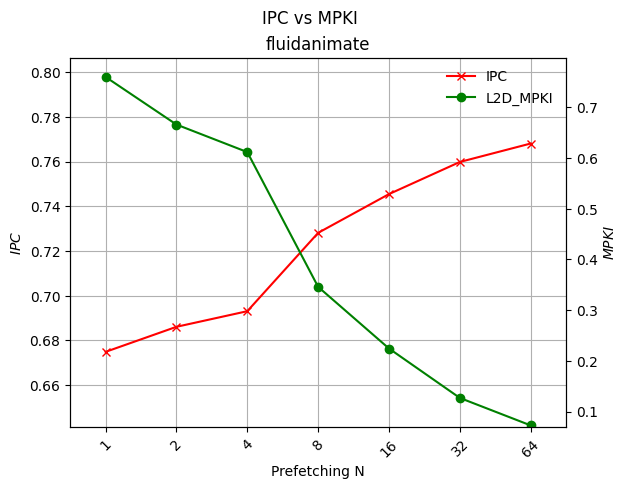
****

Παρατηρούμε ότι το prefetching αυξάνει ελαφρώς την απόδοση, οπότε έχουμε spatial locality στο παραπάνω μεταπρόγραμμα.

**CANNEAL**

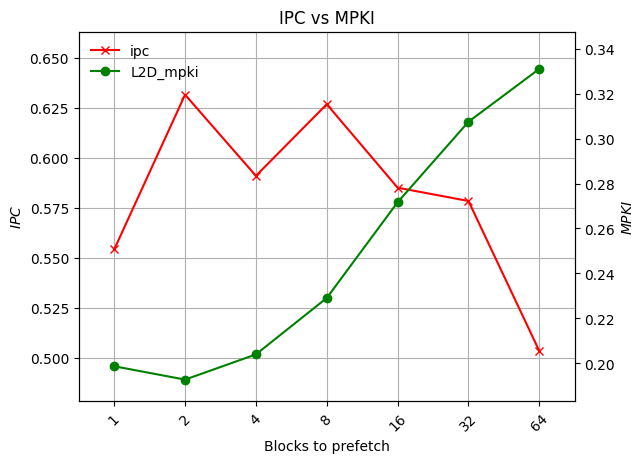
Παρατηρούμε ότι για τιμές Ν = 1, Ν = 4 του prefetching έχουμε μέγιστη απόδοση.

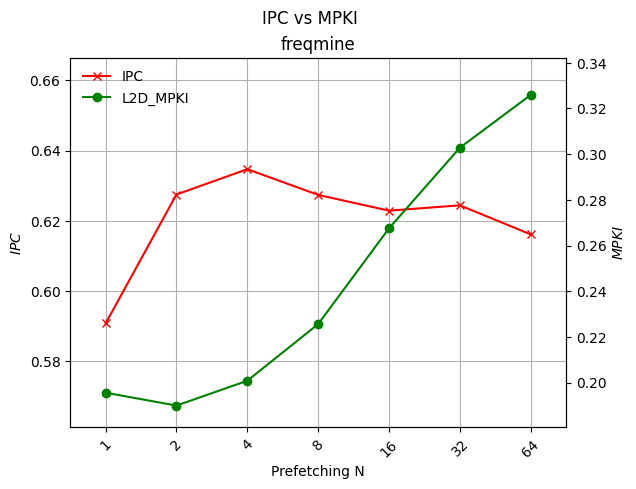
**FLUIDANIMATE**



Παρατηρούμε ότι το prefetching αυξάνει σημαντικά την απόδοση, συνεπώς έχουμε ισχυρό spatial locality στο παραπάνω μεταπρόγραμμα.

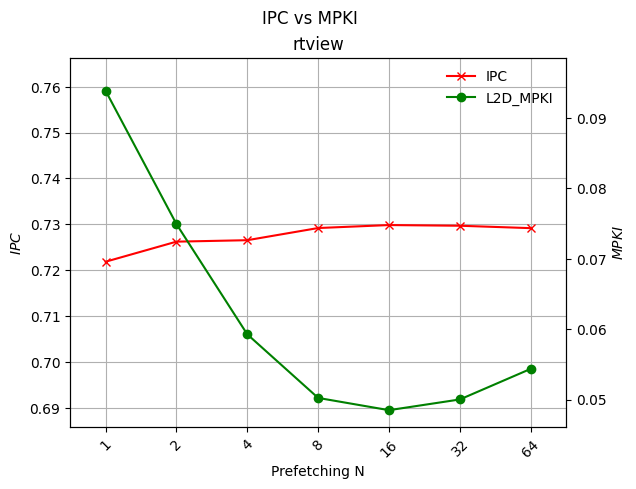
**FREQMINE**

****



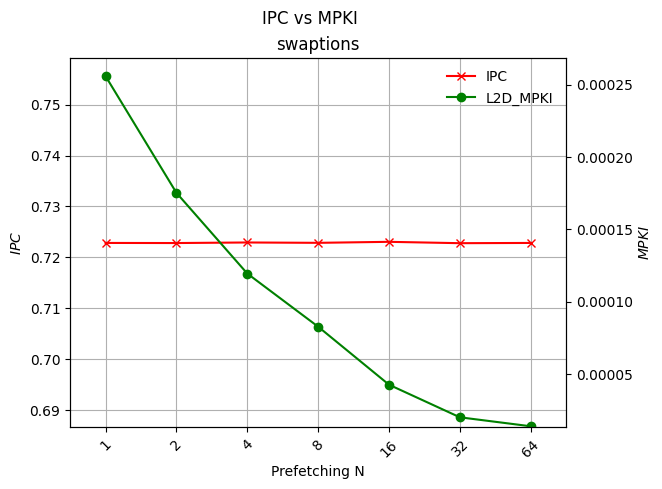
Παρατηρούμε ότι για Ν = 2 έχουμε μέγιστη επίδοση. Ύστερα με την αύξηση του prefetching το μειώνεται.

**RTVIEW (RAYTRACE)**



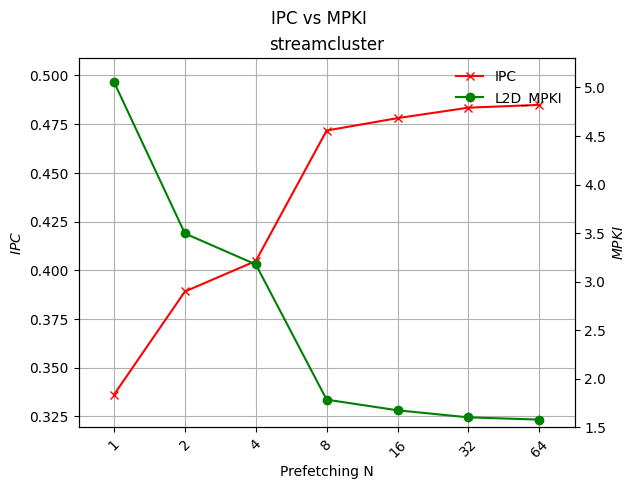
Παρατηρούμε ότι για Ν = 16 έχουμε μέγιστη επίδοση. Για τις υπόλοιπες περιπτώσεις η επίδοση ελάχιστα μικρότερη.

**SWAPTIONS**



Παρατηρούμε ότι για κάθε τιμή του prefetching η επίδοση είναι σχεδόν ίδια.

**STREAMCLUSTER**

****

Παρατηρούμε ότι το prefetching αυξάνει σημαντικά την απόδοση, συνεπώς έχουμε ισχυρό spatial locality στο παραπάνω μεταπρόγραμμα.

**7.2**

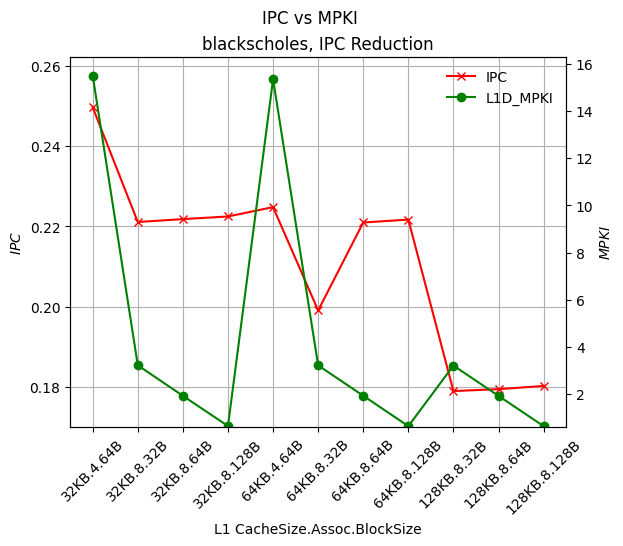
**Γενικές παρατηρήσεις:**

Φαίνεται ότι με την μείωση του κατά την αύξηση του associativity και του size, έχει ως αποτέλεσμα οι βέλτιστοι συνδυασμοί να δημιουργούνται για μικρότερες τιμές associativity και size. Γενικά, οι επιδράσεις των μεταβολών των 3 μεγεθών είναι ίδιες με αυτές που περιγράψαμε στα ερωτήματα 7.1.

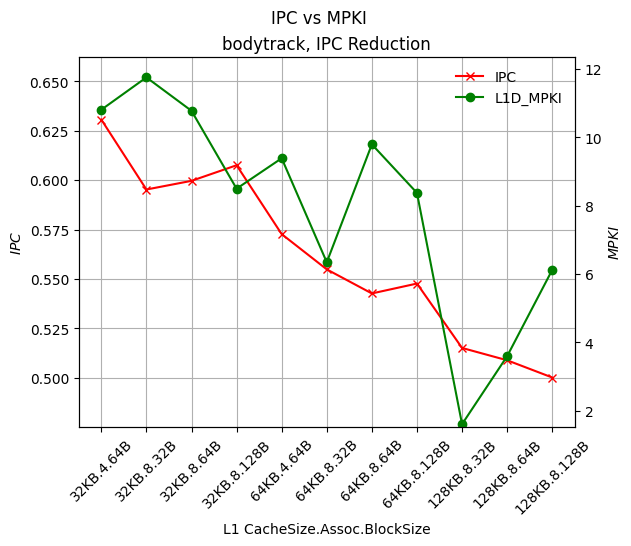
**7.2.1 L1 Cache**

**Παρατήρηση**

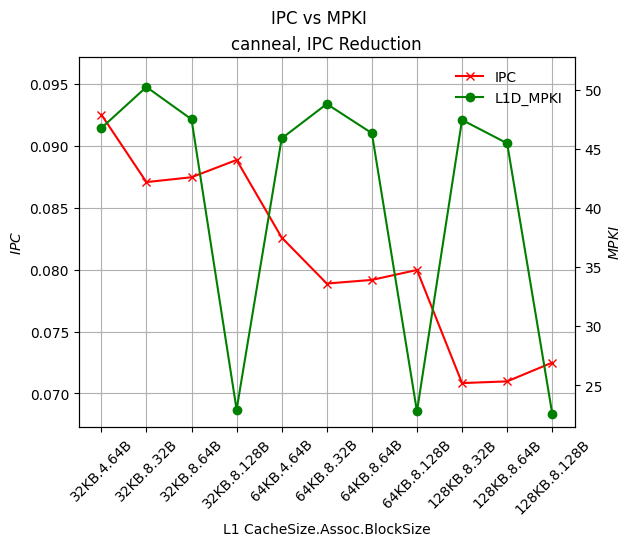
Σε κάθε περίπτωση ο βέλτιστος και οικονομικότερος συνδυασμός για το L1 είναι:

**BLACKSCHOLE**

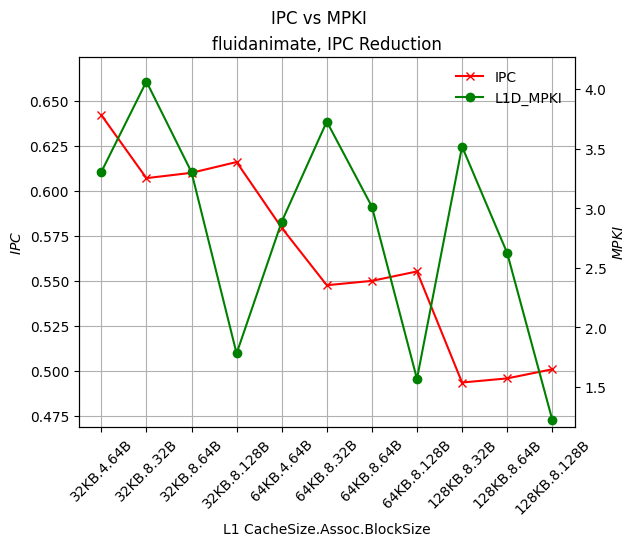
**BODYTRACK**



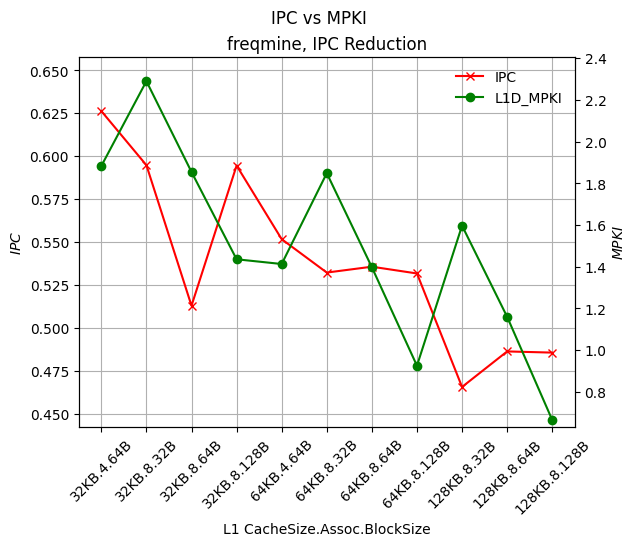
**CANNEAL**



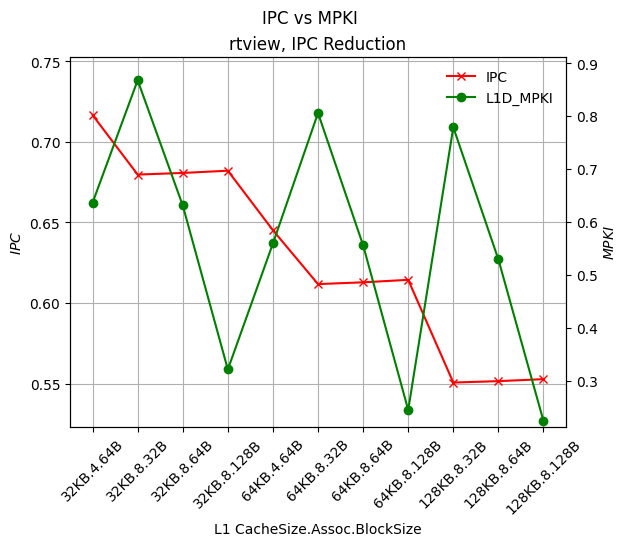
**FLUIDANIMATE**

****

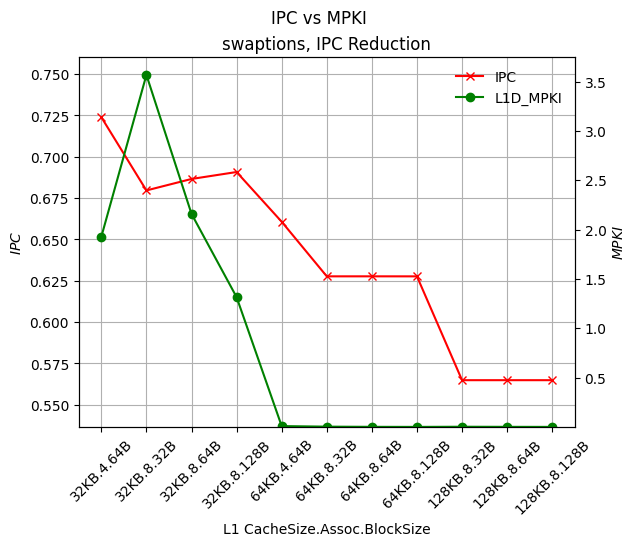
**FREQMINE**

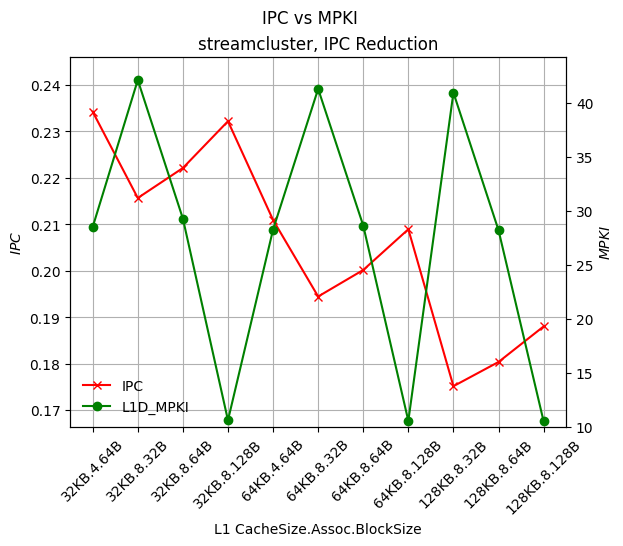
****

**RTVIEW (RAYTRACE)**

****

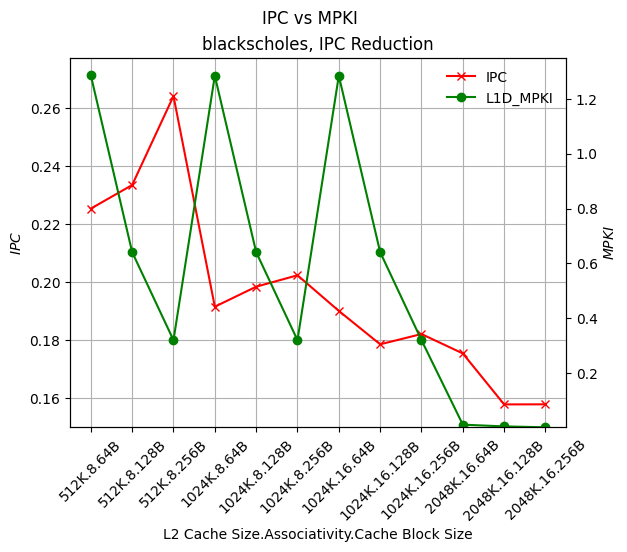
**SWAPTIONS**

****

**STREAMCLUSTER**

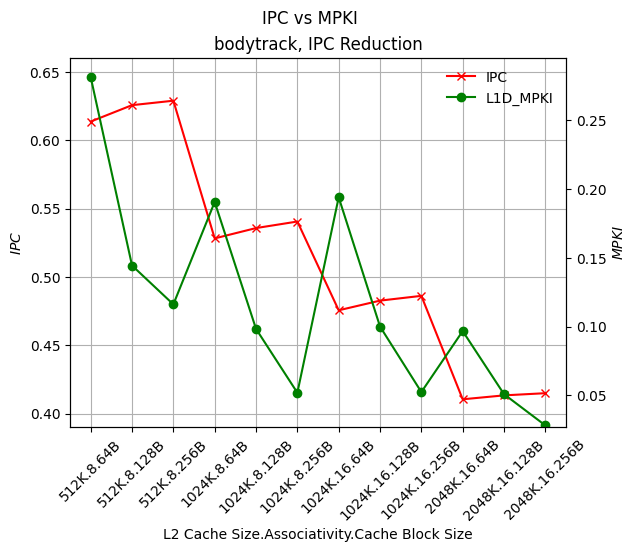
**7.2.2 L2 Cache**

**BLACKSCHOLE**



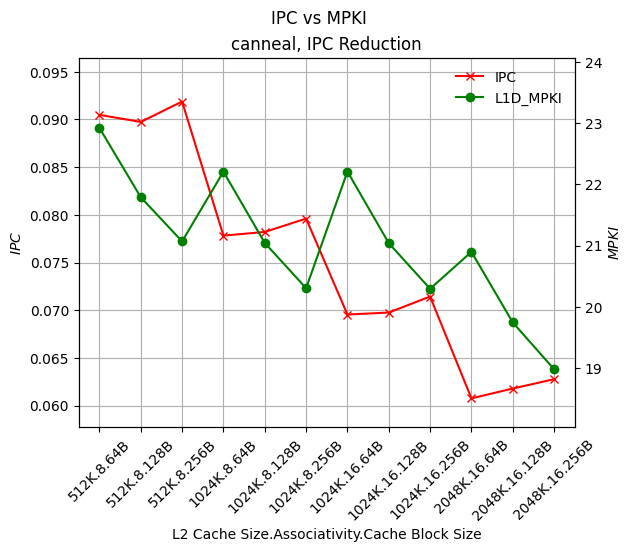
Βέλτιστος συνδυασμός:

**BODYTRACK**

****

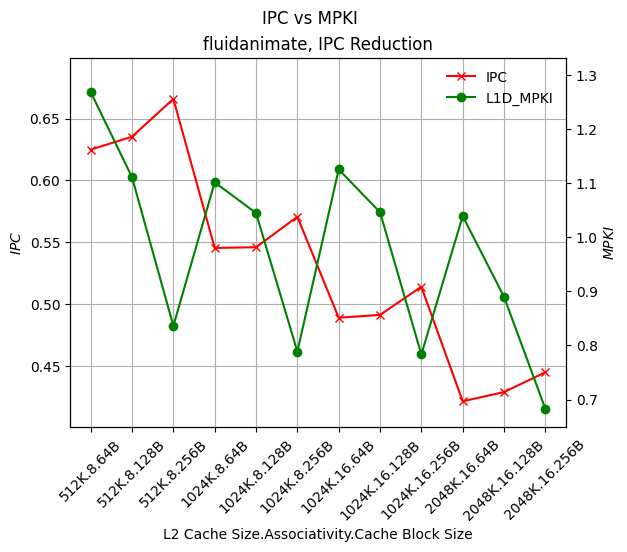
Βέλτιστος συνδυασμός:

**CANNEAL**



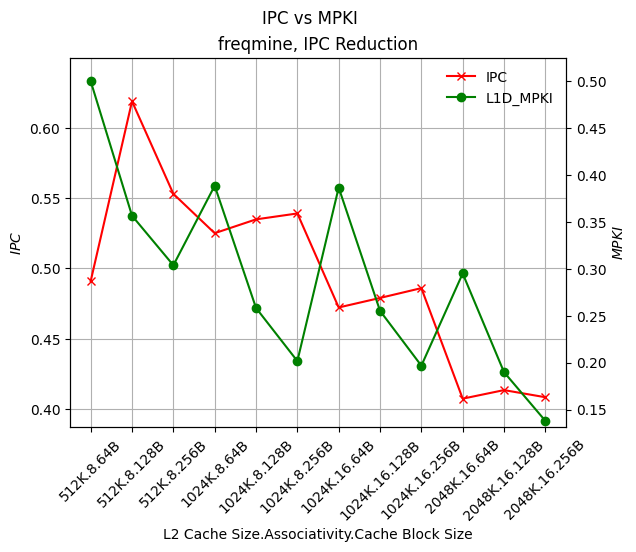
Βέλτιστος συνδυασμός:

**FLUIDANIMATE**

****

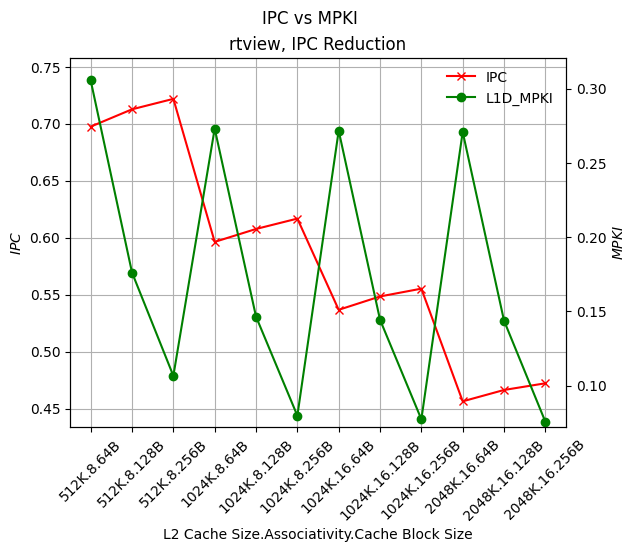
Βέλτιστος συνδυασμός:

**FREQMINE**

****

Βέλτιστος συνδυασμός:

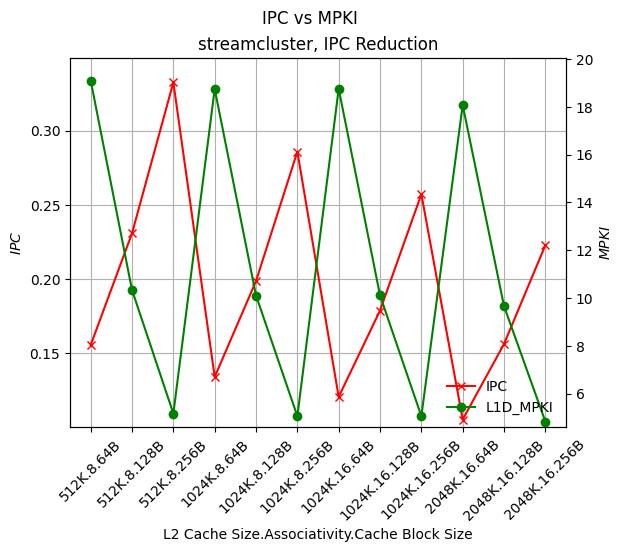
**RTVIEW (RAYTRACE)**



Βέλτιστος συνδυασμός:

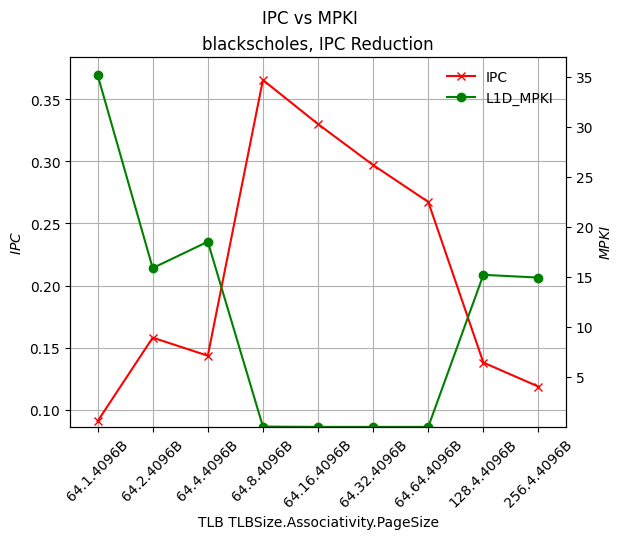
**SWAPTION**

Βέλτιστο συνδυασμοί:

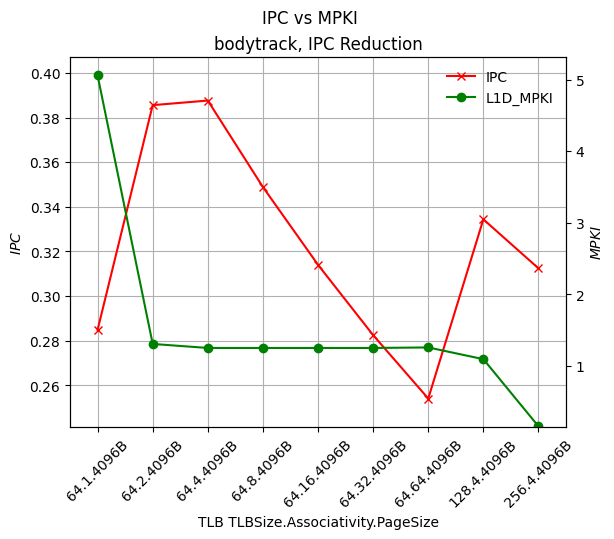
**STREAMCLUSTER**

Βέλτιστος συνδυασμός:

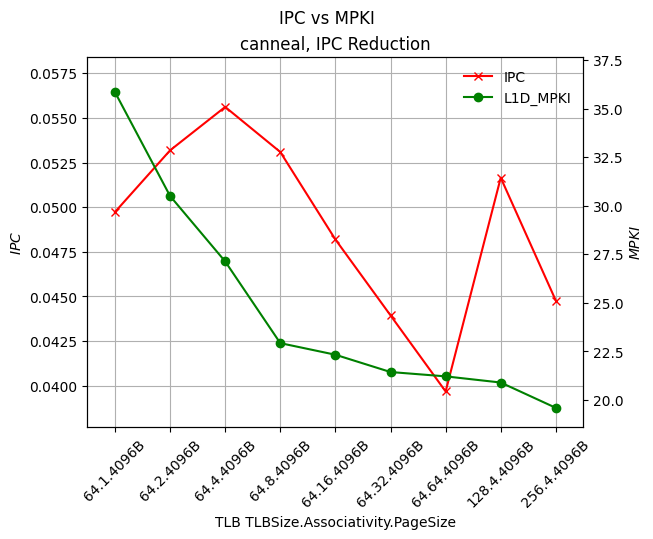
**7.2.3 TLB**

**BLACKSCHOLE**

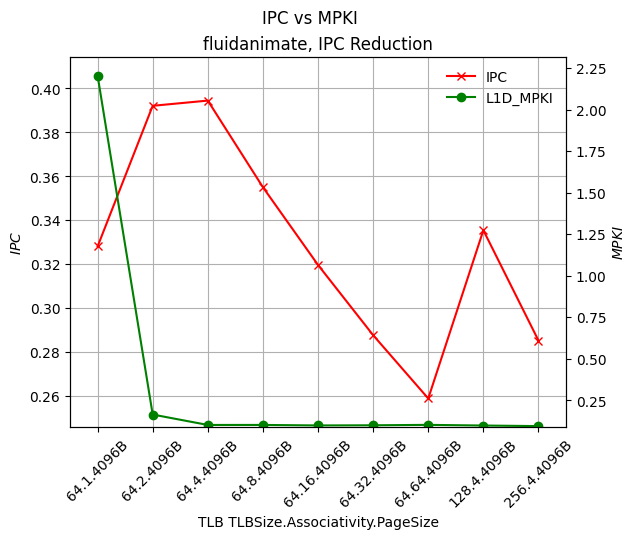
Βέλτιστος συνδυασμός:

**BODYTRACK**

Βέλτιστος συνδυασμός:

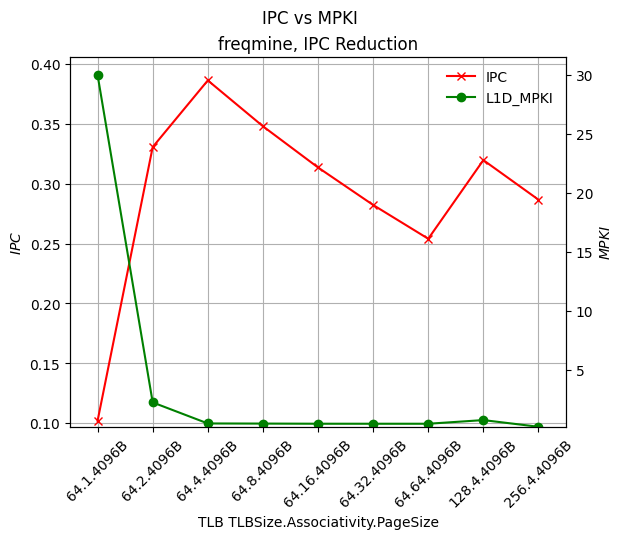
**CANNEAL**

Βέλτιστος συνδυασμός:

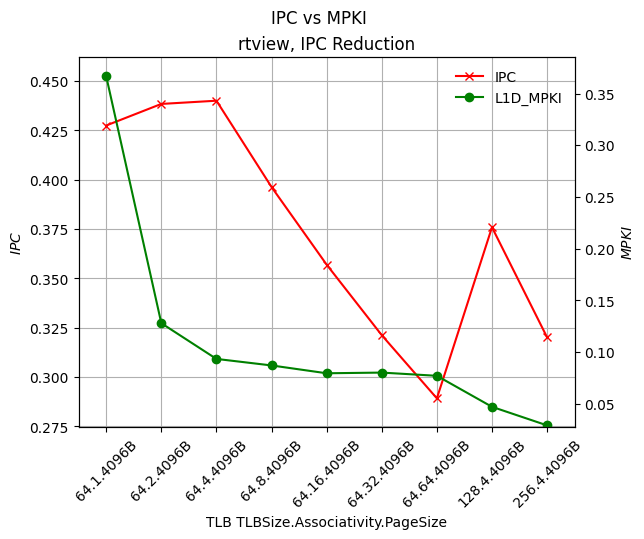
**FLUIDANIMATE**

Βέλτιστος συνδυασμός:

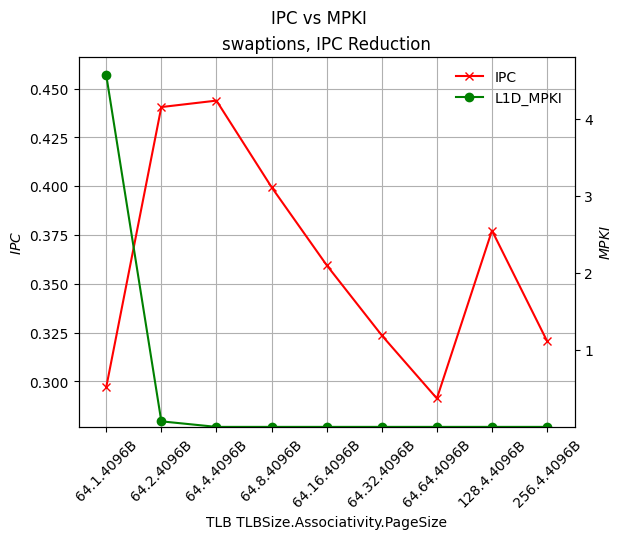
**FREQMINE**



Βέλτιστος συνδυασμός:

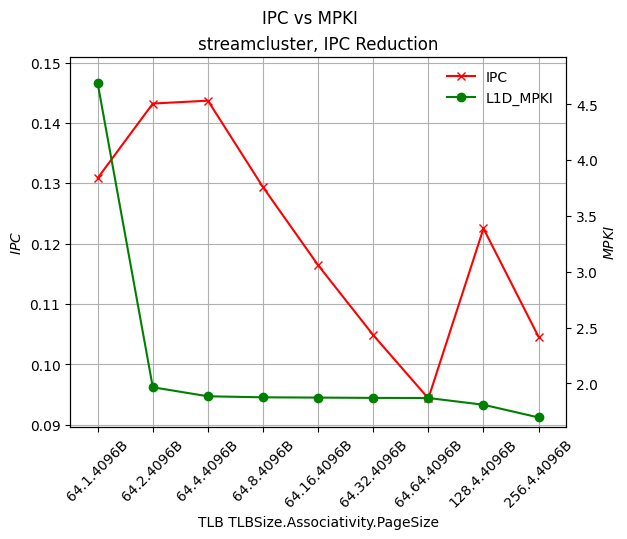
**RTVIEW (RAYTRACE)**

Βέλτιστος συνδυασμός:

**SWAPTIONS**

Βέλτιστος συνδυασμός:

**STREAMCLUSTER**

****

Βέλτιστος συνδυασμός: