Generational GCx with Load-Balancing

מנוחה בנישתי, ת.ז 313311920 רותם אליאס. ת.ז 316538768

מנחה: גבי דניאלה בר -לב

מרצה אחראי: פרופי איתן יעקובי

בפרוייקט זה נעסוק בשיפורים לאלגוריתמי GC ולאלגוריתמי ניהול זיכרון עבור זיכרונות פלאש (SSD). את השיפורים בפרוייקט זה נעסוק בשיפורים לאלגוריתמי שהייל דותן ודור סורה ועל גבי הסימולטור שהם פיתחו במהלך עבודתם ואשר בי מומשו כלל האלגוריתמים והשיפורים שהציעו. להלן קישור לדף ה-Github של הפרוייקט הקודם: Collection-Algorithms-for-Flash-Memory. הקוד הרלוונטי להרצת הסימולטור כולל השיפורים שנציג בעבודה זו נמצאים תחת הקישור הבא: Github. בנוסף ניתן למצוא בקישור זה את כל ההוראות להורדה והפעלה של הסימולטור המותאם לעבודתנו.

Flash Memories - מבוא

זיכרון מבוסס פלאש מוצג כפתרון בעל ביצועים גבוהים וחסכוני. עם זאת, SSD סובלים מסיבולת מוגבלת עקב שחיקה ולכן עלולים לגרום לאובדן נתונים. לפיכך, מזעור מספר הכתיבות לזיכרון מאט את קצב השחיקה שלו וכתוצאה מכך מגדיל את תוחלת החיים שלו.

ה-SSD מורכב מדפים ובלוקים. דף הוא יחידת כתיבה של מסי כלשהו של בתים, ובלוק מורכב ממסי כלשהו של דפים. גדלים אלו משתנים ונקבעים עייי היצרן של הזיכרון.

הזיכרון מאפשר מחיקה וכתיבה מחדש של מידע. אך לרוע המזל, במקום להחליף את הנתונים ישירות SSD ,in place הזיכרון מאפשר מחיקה וכתיבה מחדש של מידע. אך לרוע המזל, במקום לבצע תחילה פעולת מחיקה, לפני שתתרחש פעולת כתיבה. כלומר מחק ואז כתוב.

ניתן לבצע שלוש פעולות על הSSD. מחיקה בהיקף של בלוק, כתיבה וקריאה בהיקף של דף.

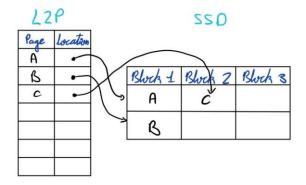
מכיוון שניתן לבצע מחיקה אך ורק ברזולוציה של בלוק, כאשר נרצה לעדכן דף שקיים כבר בזיכרון, נכתוב את הדף המעודכן בשנית למקום פנוי בזיכרון מבלי למחוק את הדף הישן. נסמן את הדפים המעודכנים כ-valid ואת אלו שאינם כ-invalid לשם כך יש לתחזק טבלת תרגום (logical-to-physical (L2P) הממפה כתובות לוגיות לפיזיות. כאשר דף נכתב בשנית, הL2P מתעדכן כך שיצביע למיקום הפיזי החדש של הדף.

לשם המחשה נסתכל על זיכרון SSD המורכב מ-3 בלוקים כך שבכול בלוק 2 דפים. נניח כי בתחילה הזיכרון פנוי כולו, כלומר באופן סכמתי זהו מצבו ההתחלתי:

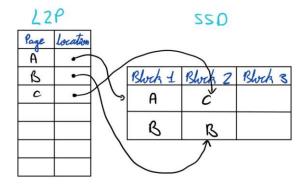
L2P Page location	022
4	Block 1 Block 2 Block 3

ונניח כי המשתמש רוצה לבצע את סדרת הכתיבות הבאה של דפים לוגיים: A, B, C, B

שלושת הדפים הראשנים נכתבים לזיכרון למקום פנוי ומוסף המיפוי המתאים לטבלת ה-L2P:



 \pm בכתיבה הרביעית למעשה הדף B מתעדכן ולכן מצב הזיכרון וטבלת ה- $\mathrm{L}^2\mathrm{P}$ תהיה



מכיוון שכמות הזיכרון בה משתמשים גדול מכמות הזיכרון בה המשתמש ביקש להשתמש, מגדירים את המושגים הבאים עבור הזיכרון:

T-מסי הבלוקים שבפועל יש בזיכרון, מסומן ב-Number of Physical Blocks

מסי הבלוקים אותם המשתמש יכול למלא במידע האמיתי, מסומן ב-U. מסי הבלוקים אותם – Number of Logical Blocks שבלוקים אלו אינם רציפים בזיכרון ולמעשה מגדירים את מסי הדפים שהמשתמש יכול לשמור בזיכרון בו-זמנית.

פנויה שאינה פויה חזיכרון הפיזית אינה פנויה $OP = \frac{T-U}{U}$ אינה באופן הבא: - Over Provisioning(OP) ערך שמוגדר באופן הבא: ספר אלא מנוצלת לצורך ניהול הזיכרון. באופן אופטימלי ערך זה יהיה 0.

כמובן שמתישהו יהיה צריך לפנות את הדפים שהם invalid מהזיכרון על מנת שיהיה מקום לכתוב מידע חדש. מכיוון שאין הבטחה כי כאשר הזיכרון יתמלא יהיה בלוק שמכיל רק דפים שהם invalid, ייתכן כי לא תהיה ברירה אלא למחוק בלוק שיש בו דפים שהם valid ולכן יהיה צורך לכתוב אותם מחדש לזיכרון לפני המחיקה על מנת לא לאבד מידע שהוא valid. כלומר כמות הכתיבות בפועל לזיכרון גדול מכמות הכתיבות שהמשתמש מבקש לכתוב. נתייחס אל הכתיבות של מידע חדש שמגיע מהמשתמש כאל כתיבות לוגיות לעומת כל סוגי הכתיבות גם הלוגיות וגם כתיבות של דפים שמועתקים מבלוק אחד למשנהו בתוך הזיכרון (כתיבות להן המשתמש לא מודע כלל) אליהן נתייחס ככתיבות פיזיות. למעשה תמיד מתקיים כי: logica_writes ≤ physical_writes.

מכיוון שה-SSD סובל משחיקה ככל שנעשות אליו יותר כתיבות, נרצה להקטין כמה שאפשר את מסי הכתיבות הפיזיות כאשר המצב האופטימלי כמובן יהיה שמסי הכתיבות הפיזיות יהיה שווה למסי הכתיבות הלוגיות.

הורדת כמות הכתיבות הפיזיות יכול להיעשות עייי אלגוריתם הכתיבה לזיכרון (הכתיבות הלוגיות) אשר קובע לאיזה בלוק יכתבו הדפים הלוגיים שמגיעים מהמשתמש, ועייי אלגוריתם הפינוי, ה- (Garbage Collector(GC), אשר מפנה מהזיכרון את הדפים שהם invalid.

המושג (Write-Amplification(WA המוגדר באופן הבא:

$$WA = \frac{physical\ writes}{logical\ writes}$$

. הינו מדד ליעילות האלגוריתמים הללו. ככל שה- WA יותר קרוב ל-1 כך יעילותם גדולה יותר

- סקירה: -Garbage Collection Algorithms for Flash Memories

להלן רקע קצר על חלקים מהעבודה הקודמת בנושא עם רלוונטיות לפרוייקט זה.

: הנחות עבודה

- אלגוריתם הכתיבה מקבל רצף של N דפים, Writing-Sequence, שעליו לכתוב לזיכרון בזה אחר זה לפי הסדר
 בו הם נתונים.
 - 2. התפלגות הדפים ב-Writing-Sequence הינה התפלגות יוניפורמית.
 - בים באיכרון מלא בדפים Steady-State לזיכרון, הזיכרון לזיכרון, הזיכרון מלא בדפים Writing-Sequence אשר נכתבו בהתפלגות יוניפורמית.
 - 1. קיים Temporary-Buffer אליו מועתקים באופן זמני דפים שהם Valid ופונו מהזיכרון עייי ה-GC אליו מועתקים באופן זמני דפים שהם מועתקים חזרה לזיכרון לבלוק פנוי עייי ה-GC.
 - 5. ה-metadat של הזיכרון ומבני הנתונים ששייכים לניהול הזיכרון (לדוגמא הטבלה: L2P), אינם שמורים בבלוקים של ה-SSD אלא ב-RAM של המחשב שמנהל את הזיכרון.

: הגדרות

1. Age – לכל דף פיזי הוגדר גיל לפי תוחלת החיים של הדף בזיכרון כדף שהוא Valid.
 תוחלת החיים של הכתיבה ה-i ברצף הכתיבות (ws) סומנה ב-age(i) והוגדרה באופן הבא:

$$next(i) = \begin{cases} j, & \exists j \ s. \ ti < j \ and \ ws[i] = ws[j], and \ \forall k \ s. \ ti < k < j, ws[k] \neq ws[i] \\ N, & else \end{cases}$$

$$age(i) = next(i) - i$$

כלומר, גילו שך דף פיזי שווה למספר הכתיבות שיעברו מהכתיבה שלו לזיכרון עד שיהפוך ל-invalid. במקרה בו הדף הלוגי לא ייכתב בשנית, תוחלת החיים שלה תוגדר להיות המרחק מהכתיבה האחרונה (N).

: Greedy Lookahead אלגוריתם הפינוי

האלגוריתם Greedy Lookahead הינו אופטימיזציה לאלגוריתם Greedy GC. האלגוריתם שעתמש בידע הקיים לו שיגרום למסי כתיבות עיי רצף הכתיבות, תחת ההנחה כי התפלגות הכתיבות יוניפורמית, על מנת לבחור בלוק לפינוי שיגרום למסי כתיבות פיזיות קטן יחסית ובכד מקטין את ה-WA.

האלגוריתם מסתכל על כל הבלוקים. בשלב הראשון האלגוריתם לוקח רק את הבלוקים עם מספר הדפים הvalidים המינימלי ביותר, בדומה לאלגוריתם Greedy GC. לאחר מכן מתוך קבוצה זו הוא מחשב לכל בלוק ניקוד שמבטא את ייתוחלת החייםיי של הדפים בו ולוקח את הבלוק עם תוחלת החיים המקסימלית.

נקבל כי לפי אלגוריתם זה, בלוק אשר הדפים בו נשארים validים ליותר זמן יקבל ניקוד גבוה יותר וכך ייבחר קודם למחיקה.

באלגוריתם נבחר בלוק מתוך הבלוקים המכילים מעט ביותר דפים validים ובכך קטן מספר הכתיבות הפיזיות. בנוסף מתוך הבלוקים המכילים את המספר המינימלי של דפים validים נבחר בלוק שמכיל דפים שיש להם תוחלת חיים ארוכה יותר ובכך נמנע מצב שבו נבחר בלוק לפינוי שמכיל דפים שבעתיד הקרוב יהפכו לinvalid ובעת מחיקת הבלוק מתבזבזים משאבי הזיכרון על העתקה שלהם.

נשים לב כי באלגוריתם זה הדפים שהם valid בבלוק שנבחר להימחק ע"י ה-GC, מועתקים קודם המחיקה ל-Temporary-Buffer, הבלוק נמחק ולאחר מכן הדפים הללו מועתקים חזרה לאותו הבלוק מה-Temporary-Buffer.

הכותבים של הפרויקט הקודם אכן הראו כי אלגוריתם זה משפר את ה-WA ביחס לאלגוריתם Greedy-GC תחת ההנחות שביצעו והצגנו לעיל.

: Generational GC אלגוריתם

הרעיון המרכזי מאחורי האלגוריתם Generational GC הוא שימוש בגיל של הדף הפיזי שיש לכתוב לזיכרון על מנת

לבחור את הבלוק אליו הוא ייכתב כך שהבלוקים יכילו דפים בעלי גיל דומה. לאור העובדה כי דפים אשר גילם קרוב זה לזה חיים ביחד ויימתים" ביחד, כתיבתם לאותו הבלוק תורמת בשני מישורים: כל עוד הדפים חיים הם ימלאו את הבלוק ויתרמו לנצילות של הזיכרון, ומנגד ברגע שהדפים ימותו, הם ימותו בסמוך אחד לשני ובכך יתרמו להקטנת מספר הדפים הצלוק (יהיו פחות דפים validים של מחיקת הבלוק (יהיו פחות דפים validים אותם יש להעתיק).

האלגוריתם מממש את הרעיון הנייל עייי חלוקת הדפים הפיזיים לדורות עפייי גילם. באלגוריתם מוגדרים מתמלא ניתן המגדירים מלמטה ומלמעלה את תווך הגילים ששייכים לכל דור. לכול דור מוקצה בלוק, כך שעד אשר הוא מתמלא ניתן לכתוב אליו דפים שגילם מתאים לתווך של אותו הדור בלבד. כלומר קודם כתיבת דף לזיכרון, האלגוריתם מחשב את גילו, מוצא לאיזה דור הוא שייך עפייי ה-Thresholds ואז כותב אותו לבלוק המוקצה לדור זה. ה-GC אינו רשאי לבחור לפינוי בלוקים אשר מוקצים לדורות השונים. כאשר בלוק של דור מתמלא, הוא מוסף לרשימת הבלוקים מהם ה-GC רשאי לבחור בלוק לפינוי ולאותו הדור מוקצה בלוק פנוי חדש (זאת אך ורק בניסיון הכתיבה הבא לאותו הדור).

. שתואר לעיל Greedy Lookahead שתואר לעיל ה-GC האלגוריתם

הכותבים של העבודה הקודמת הראו כי אלגוריתם זה מביא לשיפור ב-WA עייי שימוש ב-2 דורות, אך הראו כי מסי הדורות האופטימלי משתנה לכל ערך של OP. מציאת מסי דורות אופטימלי עבור OP מסוים הינה בעיה קשה ולא נפתרה בעבודה הקודמת. אם כן, בעבודה הקודמת שנעשתה פיתחו יוריסטיקה שמחשבת מסי דורות עבור OP שמביאה לתוצאות טובות במקרים השכיחים.

מטרת הפרויקט:

בפרויקט Garbage Collection Algorithms for Flash Memories הוצעו אלגוריתמים נהדרים שתחת הנחות מסוימות SSD הביאו לשיפורים משמעותיים בביצועים של זיכרון SSD. אנו נרצה, תחת הנחות דומות, לפתח יותר את האלגוריתמים שהובאו בעבודה הקודמת על מנת לשפר אף יותר את הביצועים של זיכרון SSD.

:Generational GCx

רעיון כללי ומוטיבציה

ראינו בעבודה קודמת כי באלגוריתם GC-nerational GC היה נפרד לחלוטין מאלגוריתם הכתיבה. כלומר בעוד שאלגוריתם הכתיבה כתב דפים לבלוקים עפ"י דורות, הכתיבות שנעשו במסגרת ה-GC, כתיבות מחדש של דפים במצב שאלגוריתם הכתיבה כתב דפים לבלוקים עפ"י דורות, הכתיבות שנשו במחק. בלוק זה, שעתה יש בו מקומות פנויים valid שהיו בבלוק שנבחר לפינוי, נכתבו חזרה לאותו הבלוק שזה עתה נמחק. בלוק הוקצה לדור מסוים, הוא לא בהכרח נוסף חזרה לרשימה free list ממנה מוקצים בלוקים לדורות. כלומר, כאשר בלוק הוקצה לדור מסוים, הוא לא בהכרח היה פנוי ובסבירות גבוהה שהיו בו דפים valid-ים. למעשה הדפים הללו מפירים את הרעיון של אלגוריתם Generational שמטרתו היא שבבלוקים יהיו דפים ששייכים לאותו הדור כלומר בעלי גילים סמוכים זה לזה.

לכן נרצה שגם ה-GC יכתוב את הדפים אותם פינה מהבלוק שבחר עפייי הדור <u>העדכני</u> אליו הם משתייכים, ושבלוק שמוקצה לדור יהיה בלוק ריק לחלוטין.

בעבודתנו זו בהתבסס על האלגוריתם Generational GC, הכנסנו תיקון לאלגוריתם כך שב-GC בחירת הבלוק לפינוי נעשית אך ורק עפייי האלגוריתם Greedy Lookahead וכתיבת הדפים לבלוקים, הן הכתיבה בפעם הראשונה והן Greedy Lookahead וכתיבת הדפים לבלוקים, הן הכתיבה במסגרת ה-GC, נעשית אך ורק עייי העיקרון של האלגוריתם Generational, כלומר הדף נכתב לבלוק המתאים לדור אליו הוא שייך. נשים לב כי גיל הדף בעת כתיבתו הראשונה לזיכרון, וגילו בכתיבות הבאות ב-GC הינו גיל שונה, שכן ככל שהזמן עובר גילו של הדף הולך וקטן.

.Generational GCx : נקרא לאלגוריתם המחודש בשם

ההשערה היא כי נראה שיפור ב-WA, שכן בעבודה הקודמת ראינו כי כאשר רק אלגוריתם הכתיבה עבד עפ"י דורות ה-WA ירד, אז כעת כאשר רעיון הדורות ישמר בצורה יותר טובה כך השיפור יהיה גדול יותר. WA

תיאור האלגוריתם:

מבני הנתונים שבשימוש האלגוריתם:

- מכיתב מחדש gc_pages_to_rewrite פינה מבלוק מכילה מכיל
 - הרשימה free_list מכילה בלוקים ריקים.
 - 3. המערך writing_sequence כפי שתיארנו קודם זהו רצף הכתיבות בגודל N המתקבל מהמשתמש.

:Generational GCx נתאר את אלגוריתם הכתיבה של האלגוריתם

- 1. i ←0
- 2. while i < N:
- 3. while pages_to_rewrite is not empty:
 - a. current_page = pages_to_rewite.pop()
 - b. write_generational(current_page)
- 4. write_generational(writing_sequence[i])
- 5. i ←i+1

כאשר הפונקציה write_generational המקבלת דף לכתיבה כארגומנט פועלת עפייי האלגוריתם הבא:

- .j. יש לחשב את הדור אליו הדף שייך עפייי גילו. נסמן את מסי הדור שחושב ב-j.
 - 2. אם מוקצה בלוק לדור j, יש לכתוב את הדף לבלוק ולסיים.
- ,free_list אזי יש להסיר בלוק מה-free_list אם לא מוקצה בלוק לדור j וגם קיים בלוק פנוי ברשימה להקצות אותו לדור j ולחזור לשלב 2.
 - .4 אם לא מוקצה בלוק לדור j וגם הרשימה free list ריקה, יש לקרוא ל-GC ולחזור לשלב 3.

הסבר - לפני שכותבים את הדף הבא לפי ה-writing sequence, קודם כל נבדוק אם ישנם דפים שה-GC פינה מבלוק ועליהם להיכתב מחדש לזיכרון. במקרה וישנם דפים כאלו, קודם כל הם יכתבו לזיכרון בדיוק באותו האופן בו דפים מה-writing_sequence היו נכתבים, עפ"י גילם העדכני. רק לאחר שמסיימים לכתוב את הדפים שהגיעו מה-GC משיך עם שאר הבקשות מה-writing sequence.

יעתה נתאר את אלגוריתם הפינוי של האלגוריתם Generational GCx

- 1. בוחר בלוק לפינוי עפייי אלגוריתם Greedy Lookahead (לא נרחיב כאן).
 - .pages_to_rewite לרשימה valid מעתיק את הדפים שבמצב .2
 - 3. מוחק את הבלוק.
 - .free list מוסיף את הבלוק המפונה לרשימה

מימוש האלגוריתם:

שיפור האלגוריתם ממומש בסימולטור. הוראות ההפעלה נמצאות בקובץ md.README בדף ה Github-של הפרויקט.

ניסויים ותוצאות

Generational GCx ניסוי מסי 1: בדיקת ביצועים

. Generational GC אל מול אלגוריתם Generational GCx נרצה לבחון את ביצועי האלגוריתם

תנאי הניסוי : מסי דורות – $Z=96, Z=256, N=100000, page_size=4k$ ערכו של U משתנה על מנת מסי דורות של $T=96, Z=256, N=100000, page_size=4k$ המוצג הינו ממוצע של 20 הרצות.

תוצאות הניסוי ומסקנות : בטבלה הבאה ניתן לראות את ערכי ה-WA עבור ערכי בטבלה הבאה ניתן לראות את שרכי הבאה ערכי השונים שברצוננו להשוות :

OP	Generational GC	Generational GCx		
0.066667	7.988795	4.3415355		
0.103448	5.4313575	3.246884		
0.142857	4.1236275	2.651138		
0.185185	3.353043	2.275165		
0.230769	2.805717	2.0133355		
0.28	2.395226	1.814471		
0.333333	2.060539	1.6657145		
0.391304	1.809502	1.5460975		
0.454545	1.628125	1.4516645		
0.52381	1.4892315	1.3734205		
0.6	1.3802415	1.307948		
0.684211	1.2965215	1.2506775		
0.777778	1.230225	1.20143		

מתוצאות הניסוי ניתן להסיק כי האלגוריתם Generational GCx אכן מביא לשיפור משמעותי ביחס לאלגוריתם Generational GCx הבסיסי, כאשר ככל שה-OP נמוך יותר השיפור משמעותי יותר. נרצה לראות את השיפור באחוזים :

OP	Improvement:		
0.066667	45.65%		
0.103448	40.22%		
0.142857	35.71%		
0.185185	32.15%		
0.230769 28.24%			
0.28	24.27%		
0.333333	19.16%		
0.391304	14.56%		
0.454545	10.84%		
0.52381	7.78%		
0.6	5.24%		
0.684211	3.54%		
0.777778	2.34%		

סה"כ אכן רואים שיפור משמעותי שמאשש את ההשערה שלנו כי באלגוריתם הקודם ה-GC הפר את עיקרון הדורות, וכאשר הפרה זו תוקנה הביצועים עלו.

. ולא גורם אחר OP: בדיקה כי הגורם המשפיע על השיפור הוא ה- OP

נרצה לבדוק כי השיפור שקיבלנו בניסוי מסי 1 ממשיך להתקבל גם עבור ערכים שונים של T, מסי בלוקים פיזיים, וערכי U מתאימים לקבלת אותם ערכי OP. למעשה אנו רוצים לבודד את ה-OP כגורם העיקרי שמשפיע על קיום השיפור וגודלו.

ערכי של מנת לקבל ערכי על מנת על מנת על מנת על ערכי ערכי ערכי ערכי מסיי דורות על מנת לקבל ערכי ערכי ערכי ערכי מסיי דורות של 20 באנים. ה- WA המוצג הינו ממוצע של 20 הרצות.

OP	T=	=64	T=96		T=1	.28	T=256	
OP	Generational GC	Generational GCx						
0.066667	6.531557	3.564221	7.988795	4.120323	7.106123	3.735837	7.471336	3.842759
0.103448	4.7258725	2.8082195	5.4313575	3.086675	5.0059195	2.9359115	5.1731375	3.040166
0.142857	3.728663	2.368184	4.1236275	2.5306795	3.88358	2.456161	3.97889	2.597176
0.185185	3.3791525	2.200526	3.353043	2.178944	3.3400135	2.2108575	3.333912	2.281786
0.230769	2.6158365	1.853105	2.805717	1.9333605	2.685209	1.9231925	2.726218	2.0211755
0.28	2.414956	1.7691075	2.395226	1.750985	2.383743	1.7888535	2.3712205	1.8663615
0.333333	2.076383	1.62559	2.060539	1.612622	2.0525725	1.6433445	2.0449875	1.704106
0.391304	1.7231435	1.4614995	1.809502	1.493166	1.758351	1.5021565	1.787741	1.575171
0.454545	1.55821	1.382021	1.628125	1.404766	1.588907	1.4166265	1.619946	1.472075
0.52381	1.4317955	1.315249	1.4892315	1.33188	1.460508	1.345805	1.4919965	1.398435
0.6	1.3807485	1.286049	1.3802415	1.2747505	1.3845935	1.2993885	1.4038535	1.3338355
0.684211	1.2938275	1.230729	1.2965215	1.21891	1.301638	1.245127	1.3236565	1.2806195
0.777778	1.1947115	1.1607545	1.230225	1.171305	1.2197305	1.18417	1.250626	1.22036

אכן ניתן לראות כי השיפור קיים לכל ערכי ה-T השונים. נראה את ערכי השיפור באחוזים:

OP	T=64	T=96	T=128	T=256
0.066667	45.43076	48.42372	47.42792	48.56664
0.103448	40.57776	43.16936	41.3512	41.23168
0.142857	36.48705	38.62977	36.75524	34.72612
0.185185	34.87935	35.01592	33.80693	31.5583
0.230769	29.15823	31.09211	28.37829	25.86156
0.28	26.7437	26.89688	24.95611	21.2911
0.333333	21.71049	21.73786	19.93732	16.66912
0.391304	15.18411	17.48194	14.57016	11.89042
0.454545	11.30714	13.71879	10.84271	9.128144
0.52381	8.139885	10.56595	7.853637	6.270893
0.6	6.858563	7.642938	6.153792	4.987557
0.684211	4.876887	5.986133	4.34153	3.251372
0.777778	2.842276	4.789368	2.915439	2.420068

בטבלה לעיל נח יותר לראות כי אכן עבור ערכי ${f T}$ שונים אך עבור אותו הערך של ${f OP}$ קיים שיפור בשיעור דומה עבור Generational GC אלגוריתם Generational GCx על פני האלגוריתם

.Generational GCx ניסוי מסי 3: מציאת מסי דורות אופטימלי לכל

לאחר שראינו כי עבור 2 דורות האלגוריתם Generational GCx בעל ביצועים טובים משמעותית מ-Cenerational GC יש לנו מוטיבציה להשתמש בו גם עבור מסי דורות גדול יותר, זאת במיוחד לאור העובדה שבעבודה הקודמת נמצא כי עבור ערכי OP מסוימים מסי דורות גדול יותר מביא להורדת ה-WA. אולם מכיוון שמסי הדורות האופטימלי עבור כל OP שהוצע בעבודה הקודמת נעשה על בסיס יוריסטיקה וניסויים ספציפיים עבור האלגוריתם Generational GC, לא נוכל להשתמש במסקנות של העבודה הקודמת לאלגוריתם שלנו.

כפי שניתן לראות מתוצאות הניסויים והאנליזות שבוצעו בעבודה הקודמת, הבעיה הכללית של מציאת מס׳ הדור אופטימלי לכל קומבינציה של הפרמטרים T,Z,U היא בעיה קשה מאד. לכן בפרויקט זה עבור כל ערך של OP, הרצנו את האלגוריתם המשופר עם מספר דורות בטווח של 2-9, וראינו עבור כל OP מהו מספר הדורות שבו קיבלנו את הWA הנמוך ביותר.

תנאי הניסוי : מסי דורות – $Z=96, Z=256, N=100000, page_size=4k$ משתנה על מנת מסי דורות - ערכו של U משתנה מסי דורות של 20 הרצות. WA המוצג הינו ממוצע של 20 הרצות.

תוצאות ומסקנות:

OP	2 generations	3 generations	4 generations	5 generations	6 generations	7 generations	8 generations	9 generations
0.066667	4.352193	3.809791	3.530776	3.393577	3.386446	3.413093	3.533414	3.666802
0.103448	3.24004	2.87173	2.64904	2.536928	2.493882	2.458806	2.445174	2.503175
0.142857	2.653427	2.378004	2.204647	2.125496	2.077433	2.057109	2.038067	2.056041
0.185185	2.274866	2.060249	1.921792	1.863142	1.824809	1.80982	1.794362	1.808922
0.230769	2.011848	1.843938	1.734214	1.677339	1.653413	1.637319	1.626896	1.639461
0.28	1.813612	1.685823	1.589278	1.546913	1.516376	1.512147	1.504445	1.511413
0.333333	1.665261	1.559025	1.478495	1.440362	1.416076	1.412831	1.409007	1.412452
0.391304	1.547153	1.458564	1.389779	1.355928	1.33886	1.33378	1.333454	1.335065
0.454545	1.450728	1.378368	1.318303	1.289575	1.275212	1.272329	1.270459	1.267776
0.52381	1.373352	1.309463	1.257642	1.233991	1.223351	1.219499	1.216114	1.216413
0.6	1.30854	1.2489	1.202663	1.189965	1.178984	1.176285	1.171071	1.174713
0.684211	1.250998	1.201036	1.160345	1.151752	1.14302	1.140772	1.137236	1.140193
0.777778	1.201146	1.159035	1.126278	1.116155	1.114057	1.110119	1.108206	1.110388

הערכים המסומנים בטבלה הינם הערכים האופטימליים ביותר שהתקבלו בניסוי.

מניסוי חלקי זה אכן ניתן לראות כי מסי הדורות האופטימלי שהתקבל עבור כל OP תחת האלגוריתם Generational ולא ניתן להכליל את היוריסטיקה שפותחה GCx שונה ממסי הדורות האופטימלי תחת האלגוריתם Generational GC ולא ניתן להכליל את היוריסטיקה שפותחה בעבודה הקודמת לעבודה שלנו.

ולכן כאשר מריצים את האלגוריתם Generational GCx בסימולטור אפשרנו למשתמש לבחור להריץ את הסימולציה כאשר מסי הדורות נבחר אוטומטית להיות מסי הדורות הטוב ביותר שנמצא עבור ערך ה- OP המתקבל. הסבר מפורט נמצא בדף ה- Github של הפרויקט.

עתה שמצאנו מסי דורות לכל OP שנותן WA אופטימלי ביחס לערכים שבדקנו, נוכל להשוות את ביצועי האלגוריתם Generational GCx לעומת Generational GCx

 OP ערכי של U משתנה על מנת לקבל ערכי $T=96, Z=256, N=100000, page_size=4k$ ערכי שונים. ה- WA המוצג הינו ממוצע של 20 הרצות.

תוצאות ומסקנות:

	Generational GC		Generati		
OP	number of generations	avrage WA	number of generations	avrage WA	improvement:
0.066667	5	7.930496	6	4.3415355	45.26%
0.103448	5	5.415658	8	3.246884	40.05%
0.142857	5	4.1431605	8	2.651138	36.01%
0.185185	5	3.3627505	8	2.275165	32.34%
0.230769	5	2.843042	8	2.0133355	29.18%
0.28	4	2.4728915	8	1.814471	26.63%
0.333333	4	2.196501	8	1.6657145	24.17%
0.391304	4	1.980372	8	1.5460975	21.93%
0.454545	4	1.8098365	7	1.4516645	19.79%
0.52381	4	1.6709325	8	1.3734205	17.81%
0.6	3	1.556192	8	1.307948	15.95%
0.684211	3	1.4609085	8	1.2506775	14.39%
0.777778	3	1.380419	8	1.20143	12.97%

בטבלה לעיל אנו רואים כי השיפור של האלגוריתם Generational GCx ביחס לאלגוריתם בגרסתו הקודמת מביא לשיפר משמעותי גם עבור מס' דורות גדול מ-2. וכן, בשונה מ-2 דורות, שיעור השיפור עבור ערכי OP גבוהים הינו גדול יותר.

מתוצאות ניסוי זה וכן מתוצאות הניסויים הקודמים ניתן להסיק כי אכן האלגוריתם Generational GCx עדיף מבחינת ביצועים על פני האלגוריתם הקודם Generational GC.

:Generational GC's threshold

- באלגוריתם Generational GC, עבור 2 דורות, קיים threshold שערכו שווה ל $\frac{U\cdot Z}{2}$, כך שדף פיזי שגילו קטן מה-Generational GC עבור 2 דורות גדול מה-threshold משויך לדור 1 ואילו דף שגילו גדול מה-threshold משויך לדור 2. רעיון זה מוכלל עבור מסי דורות גדול יותר מדול יותר - באופן הבא: עבור $\frac{U\cdot Z}{k}\cdot (i-1)$ וכן גילו קטן מ $\frac{U\cdot Z}{k}\cdot (k-1)$, ודף ישויך לדור $\frac{U\cdot Z}{k}\cdot (k-1)$ אם גילו גדול או שווה ל $\frac{U\cdot Z}{k}\cdot (k-1)$.

הבחירה של ה-threshold מבוססות על ההנחה כי תחת התפלגות יוניפורמית של הדפים לכתיבה, גיל של דף בהסתברות גבוהה יהיה לכול היותר קירוב של Z*U, ולכן על מנת שהעומס על כל דור יהיה דומה היה הגיוני לחלק את תווך הגילים בין 0 לבין Z*U למסי הדורות. אולם הנחה זו לא נבדקה בפרויקט הקודם. ולכן נרצה לבדוק אם ההנחה שנעשתה אכן עומדת במבחן המציאות, או אולי קיים threshold שונה שייתן תוצאות טובות יותר. את הבדיקות של ה-threshold בו threshold בו לגבי האלגוריתם Generational GCx, כך שננסה לשפר את הביצועים שלו אף יותר עייי חקירת ה-threshold בו הוא משתמש

```
:Thresholds Comparison – 4 ניסוי מסי
```

הוא מקבל Generational GCx אותו עבור אלגוריתם שכאשר מריצים שכאשר כך שכאשר הסימולטור עבור אלגוריתם השמורים במערך thresholds ארגומנט נוסף, אשר קובע את ה-thresholds של האלגוריתם השמורים במערך אותר האלגוריתם השמורים במערך אותר אותר ארגומנט נוסף, אותר ה-ארגומנט נוסף, שביע את ה-ארגומנט נוסף, אותר ה-ארגומנט

נבחן את ערכי ה-WA המתקבלים עבור thresholds שונים.

תנאי הניסוי : מסי דורות – $Z=96, Z=256, N=100000, page_size=4k$ ערכו של U ששתנה מסי דורות שסי מסי דורות של 20 הרצות. WA המוצג הינו ממוצע של 20 הרצות.

OP	U*Z	U*Z*0.9	U*Z*0.7	U*Z*0.5	U*Z*0.3
0.066667	5.05087	4.87284	4.510113	4.338042	4.521316
0.103448	3.53765	3.42524	3.27249	3.25073	3.418687
0.142857	2.77934	2.717192	2.637952	2.650705	2.804723
0.185185	2.324229	2.292695	2.252133	2.275741	2.401049
0.230769	2.027136	2.001989	1.986159	2.010302	2.122756
0.28	1.817701	1.802351	1.787031	1.814721	1.915764
0.333333	1.654645	1.641074	1.637801	1.666121	1.751861
0.391304	1.522645	1.517139	1.5171	1.546299	1.621808
0.454545	1.426507	1.424427	1.425751	1.451347	1.519221
0.52381	1.35192	1.348557	1.350309	1.373417	1.432579
0.6	1.285677	1.282176	1.285418	1.307801	1.359319
0.684211	1.225932	1.223879	1.230089	1.250723	1.295037
0.777778	1.174484	1.173661	1.180875	1.201061	1.240343

הערכים המודגשים בטבלה הינם הערכים האופטימליים ביותר שהתקבלו בניסוי. נשווה את התוצאות שקיבלנו בניסוי זה לתוצאות קודמות:

ОР	old threshold:	best found threshold:	Improvement:
0.066667	4.3415355	4.3380415	0.08%
0.103448	3.246884	3.2507295	-0.12%
0.142857	2.651138	2.6379515	0.50%
0.185185	2.275165	2.2521325	1.01%
0.230769	2.0133355	1.986159	1.35%
0.28	1.814471	1.787031	1.51%
0.333333	1.6657145	1.6378005	1.68%
0.391304	1.5460975	1.5170995	1.88%
0.454545	1.4516645	1.4244265	1.88%
0.52381	1.3734205	1.3485565	1.81%
0.6	1.307948	1.282176	1.97%
0.684211	1.2506775	1.223879	2.14%
0.777778	1.20143	1.1736605	2.14%

thresholds ניתן לראות כי ה- threshold הקודם אינו אופטימלי וכי ניתן לקבל WA נמוך יותר עייי שימוש ב-threshold אנן ניתן לראות כי שונים. אמנם השיפור שהתקבל עבור חלק מערכי ה-OP אינו משמעותי ומסתכם בשיפור של עד 2.3%. בנוסף, נראה כי שונים. אמנם השיפור שאלו הם המקרים המעניינים יותר, ה- threshold הקודם נותן את התוצאות הטובות ביותר על פני ה- threshold שנבדקו. כלומר לאור תוצאות הניסוי נראה כי הבחירה של ה-threshold במקרה של 2 דורות להיות $\frac{U \cdot Z}{2}$

עם זאת, מעניין לראות בתוצאות הניסוי כי קיים קשר בין ערך ה-threshold לערך ה- OP כך שעבור OP נמוך יותר נעדיף להגדיל את תווך הגילים של דור 2 על חשבון דור 1. נחזור לנקודה זו בהמשך.

: Median threshold – 5 ניסוי מסי

בניסוי קודם הגענו למסקנה כי הבחירה של ה- threshold באלגוריתם Generational GCx אינה אופטימלית. מכאן הניסוי קודם הגענו למסקנה כי הבחירה של ה- threshold ביצועי האלגוריתם.

הבחירה ב-threshold נעשתה במטרה לגרום לכך שהעומס על הדורות השונים יהיה דומה עד כמה שניתן. אך מכיוון threshold שבהנחות הפרויקט אנו למעשה יודעים את כל הכתיבות העתידיות שלנו לזיכרון, אין צורך להשתמש ב-threshold

שיביא לכך שבקירוב או באופן הסתברותי העומס על הדורות השונים יהיה דומה, אלא נוכל להשתמש בעובדה ״שאנו יודעים את העתיד״ על מנת לגרום לכך שהעומס על הדורות השונים יהיה בקירוב טוב מאוד שווה. עבור 2 דורות, נעשה זאת ע״י קביעת ה- threshold כחציון הגילים של הדפים בתור הכתיבות. עבור מס׳ דורות גדול יותר ניתן להכליל את הרעיון של חציון בקלות.

<u>הערה:</u> מכיוון שגיל דף אינו חחייע ויכולים להיות מסי רב של דפים בעלי אותו הגיל, החלוקה לדורות עפייי חציון אינה מחלקת בפועל את העומס הלוגי לחצי בדיוק. לדוגמא עבור רצף הדפים הבא: A,B,A,B,A,B,C הגילים של הדפים ברצף יהיו בהתאמה: 2,2,2,2,3,2,1. הגיל החציוני של רצף זה יקבע להיות 2. וכך כל הדפים שגילם קטן מ-2 יכתבו לדור הצעיר, שזה למעשה רק דף יחיד לעומת 6 דפים שיכתבו לדור המבוגר. כלומר העומס על הדורות אינו שווה. אך מבדיקות שביצענו ראינו כי העומס אכן מתחלק בקירוב טוב מאוד לחלוקה של 50-50.

לשם כך שינינו את הסימולטור כך שניתן לבחור להריץ סימולציה של האלגוריתם Generational GCx עם לשם כך שינינו את הסימולטור כך שניתן לבחור להריץ סימולציה של האלגוריתם שהוא החציון (או הכללה של חציון עבור מסי דורות גדול מ-2).

U משתנה על מנת $T=96$, $Z=256$, $N=100000$, $page_size=4k$ ערכו של
לקבל ערכי OP שונים. ה- WA המוצג הינו ממוצע של 20 הרצות.

ОР	best previous bound:	median bound:		
0.066667	4.3380415	4.36294		
0.103448	3.2507295	3.235257		
0.142857	2.6379515	2.63687		
0.185185	2.2521325	2.259828		
0.230769	1.986159	1.996166		
0.28	1.787031	1.800322		
0.333333	1.6378005	1.650656		
0.391304	1.5170995	1.529297		
0.454545	1.4244265	1.435369		
0.52381	1.3485565	1.3599165		
0.6	1.282176	1.2937975		
0.684211	1.223879	1.237828		
0.777778	1.1736605	1.188819		

מהתוצאות ניתן לראות כי הלכה למעשה הרעיון של חציון אינו עומד במבחן המציאות והוא מביא לתוצאות פחות bhresholds שמצאנו בניסוי קודם.

אולם אם ננתח את אופן פעולת החציון, למעשה הדור אליו ישתייך דף כלשהו מושפע מכל הדפים שהולכים להיכתב בעתיד המאוד רחוק או מהדפים שנכתבו בעבר המאוד רחוק כאשר במציאות לרב אין השפעה של דפים שנכתבים בהפרשים כל כך גדולים האחד על השני. ולכן נרצה לנסות להשתמש ברעיון של חציון, אך במקום לחשב את החציון על פני כל הדפים בתור הכתיבות, נעבוד באינטרוולים, כך שבתחילת כל אינטרוול נחשב את ה- thresholds בשיטת החציון ונכתוב את הדפים אשר באינטרוול זה לזיכרון על פי thresholds אלו. באופן זה נדאג שבקירוב בכול נקודת זמן של הזיכרון העומס על הדורות יהיה שווה.

כלומר עבור האלגוריתם Generational GCx עם threshold דינאמי בשיטת החציון כתיבת הדפים בתור הכתיבות תעשה באופן הבא:

```
for (n = 0; n < writing_sequence_len / interval; n++) {
   calcKBounds(n * interval, interval);
   for (i = n * interval; i < n * interval + interval; ++i) {
      generation = getGeneration(i, num_of_gens);
      writeGenerational(i, generation, writing_sequence);
   }
}</pre>
```

כאשר הפונקציה (base_index, interval_size) מחשבת את "החציון המוכלל" של הגילים של הדפים של הדפים ומאתחלת ב-k_bounds וגודלו base_index.

:Dynamic-Median threshold- 6 ניסוי מסי

נרצה לבדוק אם האלגוריתם Generetional GCx עם thresholds הנקבעים באופן דינאמי, כלומר משתנים לאורך האלגוריתם WA ביחס לתוצאות הקודמות שקיבלנו.

לשם כך שינינו את הסימולטור כך שעבור Generetional GCx עם thresholds בשיטת החציון מתקבל ארגומנט נוסף מהמשתמש, interval, שקובע את גודל האינטרוול עליו האלגוריתם יחשב את החציון (או הכללתו).

OP	previous		inter	val size:	
UP	results:	N	U*Z	U*Z*0.5	U*Z*0.2
0.066667	4.338042	4.36294	4.187368	4.168608	4.1661395
0.103448	3.25073	3.235257	3.110019	3.1069955	3.086675
0.142857	2.637952	2.63687	2.553265	2.5291885	2.5306795
0.185185	2.252133	2.259828	2.20858	2.187364	2.184831
0.230769	1.986159	1.996166	1.951971	1.9400575	1.938343
0.28	1.787031	1.800322	1.760455	1.758327	1.760114
0.333333	1.637801	1.650656	1.619665	1.623496	1.6178125
0.391304	1.5171	1.529297	1.511922	1.5026895	1.5021565
0.454545	1.424427	1.435369	1.424453	1.4185915	1.415647
0.52381	1.348557	1.359917	1.342848	1.344776	1.3434605
0.6	1.282176	1.293798	1.285274	1.2806915	1.2830985
0.684211	1.223879	1.237828	1.23333	1.230376	1.228322
0.77778	1.173661	1.188819	1.180513	1.181886	1.1801435

הערכים המסומנים בטבלה הינם הערכים האופטימליים ביותר שהתקבלו בניסוי. אנו רואים כי עבור האינטרוול הקטן ביותר שנבדק מתקבלות התוצאות הטובות ביותר עבור רב ערכי ה-OP, בהתאם להנחה כי כתיבות רחוקות אינן משפיעות על הכתיבה הנוכחית.

עבור ערכי ה- QP עבורם התקבלו תוצאות אופטימליות באינטרוול $\mathrm{U}^*\mathrm{Z}$, ההבדל ב- WA האופטימלי לזה שהתקבל באינטרוול סובר הינו הבדל קטן, ולכן לצורך השוואת התוצאות שהתקבלו, נשתמש בתוצאות של האינטרוול $\mathrm{O}.2*\mathrm{U}^*\mathrm{Z}$ הינו הבדל קטן, ולכן לצורך השוואת התוצאות שהתקבלו, נשתמש בתוצאות של האינטרוול $\mathrm{O}.2*\mathrm{U}^*\mathrm{Z}$.

נשווה את התוצאות שקיבלנו בניסוי זה לתוצאות הטובות ביותר שקיבלנו בניסוי מסי 4:

ОР	best previous bound:	dynamic median bound with intervals:	imrovement:
0.066667	4.3380415	4.1661395	3.96%
0.103448	3.2507295	3.086675	5.05%
0.142857	2.6379515	2.5306795	4.07%
0.185185	2.2521325	2.184831	2.99%
0.230769	1.986159	1.938343	2.41%
0.28	1.787031	1.760114	1.51%
0.333333	1.6378005	1.6178125	1.22%
0.391304	1.5170995	1.5021565	0.98%
0.454545	1.4244265	1.415647	0.62%
0.52381	1.3485565	1.3434605	0.38%
0.6	1.282176	1.2830985	-0.07%
0.684211	1.223879	1.228322	-0.36%
0.777778	1.1736605	1.1801435	-0.55%

ניתן לראות כי עבור ערכי ה- OP הקטנים יותר ישנו שיפור ב- WA , וכן ניתן לזהות מגמה כללית כך שככל שה- OP גדל אחוז השיפור קטן כאשר החל מ- OP של 0.6 מתקבלות תוצאות פחות טובות מה-threshold הקודם שנבדק.

כלומר ההנחה כי עומס זהה על 2 הדורות יביא לתוצאות אופטימליות מתבררת כהנחה שגויה.

מניסוי זה וכן מניסוי מס' 3 נוכל להסיק כי יש קשר בין ה- OP לבין ה- OP האופטימלי. כלומר לא בהכרח שתמיד נרצה כי העומס על הדורות יהיה שווה, וגודל העמוס על כל דור יכול להיות תלוי ב- OP של הזיכרון.

ננסה לנתח את השפעת ערך ה-OP על ה-threshold האופטימלי. למעשה ערך ה-threshold קובע את חלוקת העומס <u>הלוגי</u> בין הדורות השונים. עבור ערך OP נמוך, ה-GC נקרא לעיתים תכופות יותר, כלומר בסבירות גבוהה מס׳ הדפים החוקיים (valid) שיש לכתוב מחדש בעת פינוי בלוק גדול יותר. השפעה אפשרית של עובדה זו יכולה להיות הגדלת עומס <u>פיזי</u> על הדורות הנמוכים (הצעירים), שכן גילו של דף שנכתב מחדש לזיכרון קטן ביחס לגילו המקורי בזמן כתיבתו לראשונה לזיכרון. לעומת זאת עבור OP גבוה, ה-GC מופעל לעיתים רחוקות יותר כך שפחות דפים נכתבים מחדש לזיכרון, ולכן ייתכן כי העמסה הפזית על הדורות הצעירים במקרה זה ע"י ה-GC אינה משמעותית כמו במקרה הקודם. כמו כן מכיוון שעובר זמן רב יותר בין 2 קריאות סמוכות ל-GC, יותר דפים הופכים להיות לא חוקיים (invalid) עד הקריאה הבאה ל-GC ואולי משום כך בבלוקים של הדורות הצעירים מס׳ הדפים שהם בלתי חוקיים גדול יותר, שכן גילם קטן יותר. במקרה זה ייתכן שניתן להגדיל את העומס על הדורות הצעירים ביחס לדורות המבוגרים ובכך הבלוקים של הדורות הצעירים ביחס לדורות המבוגרים ובכך הבלוקים של הדורות הצעירים קטן יותר אותם יש לכתוב מחדש. לבחור מתוכם בלוק לפנות כאשר ההנחה היא שבבלוקים אלו יהיה מס׳ דפים חוקיים קטן יותר אותם יש לכתוב מחדש.

כדי לבדוק את נכונות ההשערות שהעלנו לעיל, נחזור על ניסוי מסי 3 כאשר הפעם נבדוק מהו אחוז הכתיבות הלוגיות לכול דור i יחושב עייי: לכול דור ומהו אחוז הכתיבה הפיזית לכול דור. כאשר אחוז הכתיבות הלוגיות לדור i יחושב עייי:

$$\frac{number\ of\ logical\ writes\ to\ generetaion\ i}{N}\ \cdot 100$$

ואילו אחוז הכתיבות הפיזיות לדור i יחושב עייי:

$$\frac{\textit{number of physical writes to generation i}}{\textit{number of physical writes}} \cdot 100$$

אחוזי הכתיבה המוצגים בטבלה הינם ממוצע על פני 20 הריצות.

	Tre	shold 0.9*	U*Z	Tre	shold 0.7*	U*Z	Tre	shold 0.5*l	J*Z
OP		Logical	Physical		Logical	Physical		Logical	Physical
OF	WA	writes to	writes to	WA	writes to	writes to	WA	writes to	writes to
		gen 1	gen 1		gen 1	gen 1		gen 1	gen 1
0.066667	4.87	67.70%	89.13%	4.51	58.34%	83.65%	4.34	46.30%	75.37%
0.103448	3.43	67.50%	85.34%	3.27	58.08%	78.92%	3.25	46.11%	69.79%
0.142857	2.72	67.23%	82.23%	2.64	57.83%	75.28%	2.65	45.85%	65.65%
0.185185	2.29	66.91%	79.67%	2.25	57.53%	72.36%	2.28	45.63%	62.36%
0.230769	2	66.66%	77.49%	1.99	57.27%	69.91%	2.01	45.43%	59.54%
0.28	1.8	66.38%	75.70%	1.79	57.02%	67.78%	1.81	45.16%	57.13%
0.333333	1.64	66.08%	73.96%	1.64	56.73%	65.87%	1.67	44.98%	55.11%
0.391304	1.52	65.77%	72.44%	1.52	56.45%	64.21%	1.55	44.70%	53.32%
0.454545	1.42	65.52%	71.19%	1.43	56.24%	62.76%	1.45	44.47%	51.75%
0.52381	1.35	65.21%	70.05%	1.35	55.97%	61.45%	1.37	44.23%	50.39%
0.6	1.28	64.91%	68.90%	1.29	55.68%	60.21%	1.3	44.00%	49.19%
0.684211	1.22	64.62%	67.85%	1.23	55.35%	59.17%	1.25	43.78%	47.94%
0.777778	1.17	64.39%	66.83%	1.18	55.15%	58.05%	1.2	43.52%	46.93%

*בטבלה מוצגים אחוזי הכתיבה לדור 1 בלבד, אחוזי הכתיבה לדור 2 משלימים כמובן ל-100%.

מסקנות מתוצאות הניסוי:

- ה-ט ברי בור 1, כך שככל שה-GC מגדיל את העומס הפיזי על הבלוקים ששייכים לדור הצעיר דור 1, כך שככל שה-GP קטן יותר, העומס הפיזי על הדור הצעיר גדול יותר. זאת כפי שציפינו.
- 2. ה-WA האופטימלי שנמצא עבור ערך OP מסוים מתקבל עבור עומס פיזי על הדור הצעיר הנע בין 64%-75%, ה-WA כלומר בכול המקרים זהו עומס פיזי שגדול משמעותית מ-50%. סהייכ ההנחה הראשונית שלנו כי עומס שווה על הדורות יביא לתוצאות טובות יותר היא אכן הנחה שגויה. (בתוצאות שקיבלנו עבור גדלי אינטרוולים נוספים ושלא הבאנו כאן על מנת שלא להעמיס, התקבלו מקרים של עומס פיזי קרוב מאוד ל-50% -50% על שני הדורות, וה-WA אכן היה גבוה יותר מזה שמתקבל בטבלה לעיל).
- ג. נראה כי יש אמת בהנחה שככל שה-OP גדול יותר כך עדיף להעמיס יותר על הדור הצעיר, אולם התוצאות אינן OP... חד-משמעיות.

לאור המסקנות הללו הוספנו אפשרות להריץ את האלגוריתם Generational GCx כך שיחלק את העומס הלוגי בין הדורות עפייי ארגומנטים המתקבלים מהמשתמש וכך ניתן לשלוט באופן עקיף על העומס הפיזי על הדורות. חלוקת העומס נעשית באופן דומה לשיטת החציון באינטרוולים. גם את גודל האינטרוול מקבלים מהמשתמש.

הוראות הפעלה ניתן לראות בקובץ README.md שבדף ה-Github של הפרויקט.

: Load-Balancing Generational GC- 7 ניסוי מסי

נריץ עתה את האלגוריתם עם אחוז עומס לוגי משתנה על הדורות במטרה למצוא את העומס הלוגי האופטימלי עבור ערכי OP שונים.

תנאי הניסוי: מסי דורות – 2, ערכו של U ערכו של $T=96, Z=256, N=100000, page_size=4k$ ערכו של U ערכו מסי דורות הואינטרוול הוא עבורו קיבלנו תוצאות טובות יותר בניסוי מסי 5 עם החציון. ה-לקבל ערכי OP שונים. גודל האינטרוול הוא $U\cdot Z\cdot 0.2$ עבורו קיבלנו תוצאות טובות יותר בניסוי מסי 5 עם החציון. ה-WA המוצג הינו ממוצע של 20 הרצות.

^{**}התוצאות המסומנים בכחול אלו התוצאות אופטימליים.

00		Logica	al load on g	gen 1	
ор	45%	50%	55%	60%	65%
0.066667	4.120323	4.16614	4.270132	4.425318	4.63572
0.103448	3.088701	3.086675	3.117452	3.188493	3.298047
0.142857	2.543575	2.53068	2.538878	2.571659	2.63351
0.185185	2.200436	2.184831	2.178944	2.189931	2.22586
0.230769	1.955763	1.938343	1.933361	1.93839	1.957898
0.28	1.775672	1.760114	1.750985	1.753363	1.764703
0.333333	1.631668	1.617813	1.612622	1.612799	1.620533
0.391304	1.516869	1.502157	1.495475	1.493166	1.499157
0.454545	1.427422	1.415647	1.407784	1.404766	1.406057
0.52381	1.352944	1.343461	1.33672	1.33188	1.333567
0.6	1.29244	1.283099	1.276427	1.274751	1.275532
0.684211	1.236585	1.228322	1.222019	1.21891	1.219852
0.777778	1.18865	1.180144	1.17432	1.17173	1.171305

. התוצאות המסומנים בטבלה אלו הם ערכי ה- WA האופטימליים שהתקבלו בניסוי עבור ערך

אכן ניתן לראות באופן ברור כי ככל שערך ה- OP גדול יותר נרצה שהעומס הלוגי על דור 1 יהיה גדול יותר על מנת לקבל WA נמוך יותר.

נשווה את תוצאות הניסוי האחרון לתוצאות ניסוי מס 4י ונבחן את השיפור שקיבלנו באחוזים:

ор	Exp #4 results:	Exp #7 results:	Improvement:
0.066667	4.338042	4.120323	5.02%
0.103448	3.25073	3.086675	5.05%
0.142857	2.637952	2.53068	4.07%
0.185185	2.252133	2.178944	3.25%
0.230769	1.986159	1.933361	2.66%
0.28	1.787031	1.750985	2.02%
0.333333	1.637801	1.612622	1.54%
0.391304	1.5171	1.493166	1.58%
0.454545	1.424427	1.404766	1.38%
0.52381	1.348557	1.33188	1.27%
0.6	1.282176	1.274751	0.58%
0.684211	1.223879	1.21891	0.40%
0.777778	1.173661	1.171305	0.20%

אנו יכולים לראות כי אכן בחירה טובה של העומס הלוגי על דור 1 יכולה להביא לשיפור ב-WA ביחס לתוצאות הטובות ביותר שקיבלנו עבור ערכי threshold סטטיים שונים. אולם לאכזבתנו השיפור אינו משמעותי.

סיכום ביניים:

עד כה מצאנו 2 שיפורים לאלגוריתם Generational GC המקורי, הראשון היה עדכון האלגוריתם של ה-GC עצמו כך שעבור הדפים ה-validים שנאספו מבלוק שנמחק, כתיבתם מחדש נעשית עפייי אלגוריתם הכתיבה לפי דורות, שיפור לו valid- ים שנאספו מבלוק שנמחק, כתיבתם מחדש נעשית עפייי אלגוריתם הביא לשיפור המשמעותי ביותר ב-WA בפרויקט עד כה. כמו כן קראנו אפשרות למשתמש לבחור את העומס הלוגי על הדורות כך שבחירה טובה של עומס לוגי על הדורות יכולה גם היא להביא לשיפור ב-WA, אם כי לא משמעותי עפייי הניסויים שביצענו. לשילוב 2 השיפורים יחד נקרא Generational היא להביא לשיפור ב-WA,

GCx with Load balancing. נבצע השוואה של התוצאות הטובות ביותר שקיבלנו עבור 2 השיפורים לעיל למול התוצאות הטובות ביותר שהתקבלו בפרויקט הקודם אותו אנו ממשיכות:

ор	Generational GC:	Generational GCx with Load Balancing:	Improvement:
0.066667	7.988795	4.120323	48.42%
0.103448	5.4313575	3.086675	43.17%
0.142857	4.1236275	2.5306795	38.63%
0.185185	3.353043	2.178944	35.02%
0.230769	2.805717	1.9333605	31.09%
0.28	2.395226	1.750985	26.90%
0.333333	2.060539	1.612622	21.74%
0.391304	1.809502	1.493166	17.48%
0.454545	1.628125	1.404766	13.72%
0.52381	1.4892315	1.33188	10.57%
0.6	1.3802415	1.2747505	7.64%
0.684211	1.2965215	1.21891	5.99%
0.777778	1.230225	1.171305	4.79%

סהייכ הצלחנו להביא לשיפור יפה, כאשר עבור ערכי OP נמוכים השיפור משמעותי מאוד ואלו הם המקרים המעניינים יותר.

:Results-Validation – 7 ניסוי מסי

בדומה לניסוי מסי 2 נרצה לוודא את עצמנו ולראות כי הגורם העיקרי על השיפורים הוא ערך של OP ולא מספר הבלוקים הפיזי או הלוגי שנבחרו.

ערכו של T ערכו של א ערכו ערכו ערכו ערכו ערכו פיו נקבע ערכו של א ערכו ערכו ערכו ערכו ערכו ערכו ערכו פיו נקבע ערכו של א ערכו פיו נקבע ערכו של א ערכי ה- CP בטבלה הינם ממוצע של U עבורו אנו בודקים את תוצאות האלגוריתם שלנו. ערכי ה- WA בטבלה הינם ממוצע של 20 ריצות.

ОР	T=	64	T=	96	T=1	L 2 8	T=2	256
UP	OLD	NEW	OLD	NEW	OLD	NEW	OLD	NEW
0.066667	6.531557	3.564221	7.988795	4.120323	7.106123	3.735837	7.471336	3.842759
0.103448	4.725873	2.80822	5.431358	3.086675	5.00592	2.935912	5.173138	3.040166
0.142857	3.728663	2.368184	4.123628	2.53068	3.88358	2.456161	3.97889	2.597176
0.185185	3.379153	2.200526	3.353043	2.178944	3.340014	2.210858	3.333912	2.281786
0.230769	2.615837	1.853105	2.805717	1.933361	2.685209	1.923193	2.726218	2.021176
0.28	2.414956	1.769108	2.395226	1.750985	2.383743	1.788854	2.371221	1.866362
0.333333	2.076383	1.62559	2.060539	1.612622	2.052573	1.643345	2.044988	1.704106
0.391304	1.723144	1.4615	1.809502	1.493166	1.758351	1.502157	1.787741	1.575171
0.454545	1.55821	1.382021	1.628125	1.404766	1.588907	1.416627	1.619946	1.472075
0.52381	1.431796	1.315249	1.489232	1.33188	1.460508	1.345805	1.491997	1.398435
0.6	1.380749	1.286049	1.380242	1.274751	1.384594	1.299389	1.403854	1.333836
0.684211	1.293828	1.230729	1.296522	1.21891	1.301638	1.245127	1.323657	1.28062
0.777778	1.194712	1.160755	1.230225	1.171305	1.219731	1.18417	1.250626	1.22036

בטבלה התייחסנו לתוצאות שהתקבלו מאלגוריתם Generational GC כ-OLD ואילו לתוצאות שהתקבלו עבור OLD כ-Generational GC מתוצאות הניסוי ניתן לראות כי אכן האלגוריתם Generational GCx with Load Balancing כ-OLD מתוצאות הניסוי ניתן לראות כי אכן

ללא תלות במסי Generational GC מביא לתוצאות משופרות מביחס ל-Generational GCx with Load Balancing ללא תלות במסי הבלוקים הפיזיים. נראה כי שיעור השיפור מושפע מערך ה- OP

ביחס Generational GCx with Load Balancing ביחס של האלגוריתם אחוזי השיפור של הארוזי השיפור של לראות כי אחוזי השיפור של פוע לוה: U הינם יחסית דומים אה לזה לאלגוריתם Generational GC עבור ערך U

ОР	T=64	T=96	T=128	T=256
0.066667	45.43076	48.42372	47.42792	48.56664
0.103448	40.57776	43.16936	41.3512	41.23168
0.142857	36.48705	38.62977	36.75524	34.72612
0.185185	34.87935	35.01592	33.80693	31.5583
0.230769	29.15823	31.09211	28.37829	25.86156
0.28	26.7437	26.89688	24.95611	21.2911
0.333333	21.71049	21.73786	19.93732	16.66912
0.391304	15.18411	17.48194	14.57016	11.89042
0.454545	11.30714	13.71879	10.84271	9.128144
0.52381	8.139885	10.56595	7.853637	6.270893
0.6	6.858563	7.642938	6.153792	4.987557
0.684211	4.876887	5.986133	4.34153	3.251372
0.777778	2.842276	4.789368	2.915439	2.420068

 ± 2 מסי אדורות מסי א – מציאת חלוקת עומס טובה כאשר מסי הדורות גדול מ-

. WA כי מסי $^{\prime}$ דורות גדול מ-2, נע בין 6 דורות ל-8, מביא תוצאות טובות יותר ב-OP בניסוי 3 מצאנו לכל ערך

נרצה לבדוק אם המסקנות שהסקנו עבור 2 דורות תקפות במקרה של מסי דורות גדול יותר. באופן מובן, במקרה זה יהיה קשה יותר לבדוק מהי חלוקת העומס הטובה ביותר או לזהות מגמה ברורה או לשלול מגמות אחרות, מכיוון שקיימות הרבה אפשרויות לחלק את העומס כשמסי הדורות גדול יותר.

ולכן נרצה לבצע ניסוי חלקי ושאינו מקיף ואולי לקבל תחושה כיצד כדאי לחלק את העומס בין הדורות במקרה זה.

לשם כך נבצע ניסויים עם חלוקות עומס שונות ונראה מתי הביצועים משתפרים ומתי הם נהיים גרועים יותר.

כמו כן, על מנת לפשט את הניסוי נריץ עבור כל ערכי ה-OP את הסימולציה עם 8 דורות, שכן זהו הערך שהביא לתוצאות הטובות ביותר עבור רב גדול של ערכי ה-OP שבדקנו.

OP ערכי של מנת לקבל מנת על מנת ערכי $T=96, Z=256, N=100000, page_size=4k$ ערכי של U ערכי אוניסוי- WA, המוצג הינו ממוצע של 20 הרצות.

בניסוי נשווה בין ערכי ה-WA המתקבלים עבור 4 חלוקות העומס הבאות:

Load-Balancing#1:

generation1	generation2	generation3	generation4	generation5	generation6	generation7	generation8
10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%

Load-Balancing#2:

generation1	generation2	generation3	generation4	generation5	generation6	generation7	generation8
8%	8%	12%	12%	15%	%15	15%	15%

Load-Balancing#3:

generation1	generation2	generation3	generation4	generation5	generation6	generation7	generation8
5%	5%	8%	8%	15%	15%	22%	22%

Load-Balancing#4:

Γ	generation1	generation2	generation3	generation4	generation5	generation6	generation7	generation8
Γ	5%	8%	10%	%12	12%	15%	15%	23%

בחרנו את החלוקות לעיל בעקבות המסקנה אליה הגענו כי ה-GC של האלגוריתם Generational GCx מעמיס הרבה יותר על הדורות הצעירים, ולכן חלוקת עומס לוגית טובה היא כזו שמורידה את העומס הלוגי על הדורות הצעירים כך שהפער בעומס הפיזי עליהם לא יהיה גדול מידיי.

ניתן לראות את התוצאות המלאות עם אחוזי העומס הלוגי והפיזי בנספח.

כמו כן הרצנו כל מיני חלוקות ובדקנו את העומס הפיזי שמתקבל על הדורות השונים וכן באופן כללי איזו חלוקה הביאה תוצאה טובה יותר, ולפי התוצאות של ההרצות הראשונות בחרנו את חלוקת העומס של הריצות הבאות.

תוצאות ומסקנות:

	Load-	Load-	Load-	Load-
OP	Balancing	Balancing	Balancing	Balancing
	#1:	#2:	#3:	#4:
0.066667	2.920386	2.796637	2.747775	2.744681
0.103448	2.050701	2.026881	2.083283	2.040366
0.142857	1.713768	1.706083	1.782007	1.749787
0.185185	1.517441	1.512969	1.598939	1.562447
0.230769	1.389319	1.389677	1.464329	1.439588
0.28	1.304275	1.301887	1.370408	1.346798
0.333333	1.238983	1.235725	1.294652	1.276483
0.391304	1.190997	1.187036	1.235143	1.2197
0.454545	1.15301	1.150897	1.187101	1.176851
0.52381	1.119136	1.11804	1.146523	1.139333
0.6	1.097896	1.096329	1.116344	1.111492
0.684211	1.077636	1.077532	1.092259	1.087971
0.777778	1.060665	1.06186	1.072236	1.06907

התוצאות שקיבלנו טובות יותר מהתוצאות עבור Generational GCx עם החטטי של האלגוריתם Generational GC לבין חלוקת OP. כמו כן בדומה ל-2 דורות, גם כאן ניתן לראות כי קיים קשר דומה בין ערך ה-OP לבין חלוקת Generational GC העומס האופטימלית, כך שככל שה-OP קטן עדיף להעמיס לוגית פחות על הדורות הצעירים ועבור OP קטן עדיף להעמיס לוגית פחוה ל- 0.230769 הינו זניח). זה לא מפתיע, שכן להגדיל את העומס הלוגי על הדורות הצעירים (החריגה עבור GP) נקרא לעיתים תכופות יותר, מתרחשת גם במקרה של מסי דורות גדול מ-2.

Generational- הסטטי בו נעשה שימוש באלגוריתם Threshold-בטבלה הבאה ניתן להעריך את גודל השיפור ביחס ל-GC GC

OP	Generational GCx without Load-Balancing	Generational GCx with Load-Balancing	improvement:
0.066667	4.3415355	2.7446805	36.78%
0.103448	3.246884	2.0268805	37.57%
0.142857	2.651138	1.706083	35.65%
0.185185	2.275165	1.512969	33.51%
0.230769	2.0133355	1.3893185	30.99%
0.28	1.814471	1.3018865	28.25%
0.333333	1.6657145	1.2357245	25.81%
0.391304	1.5460975	1.1870355	23.22%
0.454545	1.4516645	1.1508965	20.72%
0.52381	1.3734205	1.1180395	18.59%
0.6	1.307948	1.096329	16.18%
0.684211	1.2506775	1.0775315	13.84%
0.777778	1.20143	1.060665	11.72%

ובהשוואה לתוצאות של האלגוריתם Generational GC השיפור כמובן גדול ומשמח אף יותר:

OP	Generational GC	Generational GCx with Load-Balancing	improvement:		
0.066667	7.930496	2.7446805	65.39%		
0.103448	5.415658	2.0268805	62.57%		
0.142857	4.1431605	1.706083	58.82%		
0.185185	3.3627505	1.512969	55.01%		
0.230769	2.843042	1.3893185	51.13%		
0.28	2.4728915	1.3018865	47.35%		
0.333333	2.196501	1.2357245	43.74%		
0.391304	1.980372	1.1870355	40.06%		
0.454545	1.8098365	1.1508965	36.41%		
0.52381	1.6709325	1.1180395	33.09%		
0.6	1.556192	1.096329	29.55%		
0.684211	1.4609085	1.0775315	26.24%		
0.777778	1.380419	1.060665	23.16%		

:סיכום

בעבודה Generational GC פותח אלגוריתם Garbage Collection Algorithms for Flash Memories בעבודה שנבודה Greedy GC, שמוימות נחשב כאופטימלי. אנחנו מסוימות הביא לשיפור טוב ביחס לאלגוריתם המוכר 2 דברים: החלטנו להמשיך את עבודה הזו ולפתח אותה. התמקדנו ב-2 דברים:

- 1. תיקון ה-GC כך שכתיבה מחדש של דפים לזיכרון תיעשה בהתאם לאלגוריתם הדורות.
- 2. חקירת ה-Thresholds שקובעים את תווך הגילים עבור כל דור ובכך קובעים את העומס הלוגי על כל דור.

עבור תיקון ה-GC קיבלנו את השיפור המשמעותי ביותר עבור המקרה של 2 דורות וגם עבור יותר דורות. ובכך הסקנו כי בזיכרון Flash שמקיים את ההנחות שלנו האלגוריתם Generational GCx יביא לתוצאות טובות משמעותית ביחס לאלגוריתמים האחרים שהזכרנו.

במהלך החקירה שלנו את ה-Thresholds של אלגוריתם הכתיבה Generational GCx, הסקנו כי חלוקת עומס שווה בין הדורות אינה מביאה לתוצאות אופטימליות, וזאת מ-2 סיבות אותן פירטנו במהלך הפרויקט. כתוצאה מכך, ע"י ניסויים, ראינו כי ע"י tunning של חלוקת העומס הלוגי בין הדורות השונים ניתן לשפר את הביצועים של האלגוריתם. עבור 2 דורות, המשחק של חלוקת העומס על הדורות לא הביא לשיפורים משמעותיים. אולם עבור מס" דורות גדול יותר השיפור כבר היה משמעותי ביותר. כלומר סה"כ הראנו כי שליטה בחלוקת העומס הלוגי בין הדורות השונים, ובאופן

עקיף שליטה בעומס הפיזי עליהם, יכול להיות כלי שימושי לשיפור הביצועים של זיכרון Flash המקיים את ההנחות של הפרויקט.

Generational GCx with Load- סטטי וכן את האלגוריתם Generational GCx עם Threshold שם Generational GCx מימשנו על גבי הסימולטור של העבודה הקודמת בנושא. כך שניתן לסמלץ את שני האלגוריתמים הללו Balancing ולשחזר את התוצאות שקיבלנו והצגנו בפרויקט.

נספח:

.8 תוצאות מלאות לניסוי מסי

OP	AVG WA	logical0	logical1	logical2	logical3	oults for loa logical4	logical5	logical6	logical7			physical2	nhucias In	nhuciaal*	nhusiaal=	nhuciaals	nhvcies!
0.066667 0.103448	2.920386 2.050701	9.68% 9.79%	9.62% 9.68%	9.64% 9.78%	9.60% 9.76%	14.46% 14.61%	14.52% 14.65%	14.39% 14.62%	14.87% 15.09%	52.01% 39.31%	9.05% 9.73%	6.32% 7.37%	5.19% 6.62%	6.96% 9.17%	6.80% 9.18%	6.78% 9.22%	6.889 9.409
0.142857	1.713768	9.89%	9.78%	9.87%	9.79%	14.84%	14.82%	14.80%	15.13%	32.42%	9.63%	7.86%	7.18%	10.73%	10.65%	10.60%	
0.142837	1.517441	9.96%	9.88%	9.90%	9.90%	14.93%	14.85%	14.93%	15.13%	27.40%	9.48%	8.23%	7.18%	11.76%	11.65%	11.71%	11.929
0.230769	1.389319	9.97%	9.88%	9.94%	9.87%	14.98%	14.90%	14.94%	15.33%	23.55%	9.28%	8.54%	8.31%	12.56%	12.46%	12.48%	12.82
0.28	1.304275	9.98%	9.87%	9.90%	9.96%	14.98%	14.93%	14.93%	15.28%	20.89%	9.22%	8.73%	8.71%	13.08%	13.01%	13.01%	13.359
0.333333	1.238983	9.96%	9.87%	9.88%	9.94%	14.86%	14.99%	14.81%	15.22%	18.63%	9.20%	8.97%	9.01%	13.45%	13.55%	13.40%	13.79
0.391304	1.190997	9.88%	9.76%	9.82%	9.85%	14.80%	14.81%	14.78%	15.22%	16.79%	9.19%	9.19%	9.19%	13.83%	13.81%	13.40%	14.19
0.454545	1.15301	9.80%	9.71%	9.70%	9.80%	14.64%	14.65%	14.63%	15.06%	15.23%	9.38%	9.32%	9.42%	14.05%	14.05%	14.10%	14.459
0.52381	1.119136	10.01%	9.86%	10.00%	9.93%	14.96%	15.01%	14.93%	15.28%	13.84%	9.48%	9.57%	9.51%	14.31%	14.37%	14.10%	14.639
0.6	1.097896	9.82%	9.71%	9.73%	9.83%	14.69%	14.65%	14.81%	15.28%	13.02%	9.55%	9.56%	9.65%	14.44%	14.39%	14.57%	
0.684211	1.077636	9.93%	9.81%	9.86%	9.90%	14.79%	14.87%	14.79%	15.26%	12.27%	9.65%	9.69%	9.71%	14.53%	14.61%	14.55%	14.999
0.777778	1.060665	9.93%	9.78%	9.89%	9.90%	14.75%	14.88%	14.79%	15.42%	11.59%	9.66%	9.76%	9.77%	14.71%	14.61%	14.55%	
0.777778	1.000003	3.33/0	5.76%	3.03/0	5.50%	14.51/0	14.00/0	14.75/0	13.42/0	11.35/0	5.00%	5.70%	5.7770	14.71/0	14.05/0	14.35%	13.23
					BI	4-61	h - l t	/0.00.0	00 0 42 0	42.045.0	45 0 45 4) 4F\:					
OP	AVG_WA	logical0	logical1	logical2	logical3	ts for load_ logical4	_baiancing logical5	logical6	08, 0.12, 0 logical7	physical0		physical2	physical3	physical4	physical5	physical6	physical
0.066667	2.796637	7.75%	7.67%	11.52%	11.62%	14.47%	14.49%	14.43%	14.83%	46.25%	9.83%	8.74%	6.65%	7.26%	7.08%	7.03%	7.169
0.103448	2.026881	7.83%	7.75%	11.71%	11.68%	14.68%	14.59%	14.70%	15.04%	35.36%	9.61%	9.48%	8.07%	9.37%	9.24%	9.34%	9.53
0.142857	1.706083	7.91%	7.83%		11.82%	14.84%	14.74%	14.86%	15.10%	29.13%	9.15%	9.93%	8.83%	10.75%	10.63%	10.69%	10.90
0.142857	1.512969	7.97%	7.90%		11.92%	14.94%	14.74%	14.80%	15.10%	24.48%	8.63%	10.18%	9.53%	11.81%	11.70%	11.64%	
0.185185		7.97%	7.90%	11.88%	11.92%		14.82%	14.82%	15.28%					12.52%			12.80
0.230769	1.389677 1.301887	7.97%	7.85%	11.90%	11.98%	14.95% 14.94%	14.96%	14.86%	15.34%	21.12% 18.43%	8.13% 7.85%	10.37% 10.66%	10.13% 10.48%	13.08%	12.51% 13.06%	12.43% 12.93%	13.51
0.333333																	
0.391304	1.235725 1.187036	7.96% 7.92%	7.87% 7.84%	11.86% 11.82%	11.90% 11.81%	14.95% 14.82%	14.85% 14.78%	14.85% 14.72%	15.29% 15.18%	16.26% 14.48%	7.68% 7.62%	10.82% 11.08%	10.81% 11.05%	13.58% 13.88%	13.49% 13.89%	13.46% 13.76%	13.909
0.454545																	
0.52381	1.150897	7.83%	7.72%	11.69%	11.72%	14.65%	14.60%	14.68%	15.11%	13.05%	7.59%	11.25%	11.28%	14.10%	14.04%	14.14%	14.54
	1.11804	8.00%	7.89%		11.98%	15.04%	14.95%	14.97%	15.29%	11.72%	7.67%	11.37%	11.49%	14.42%	14.32%	14.36%	14.65
0.6	1.096329	7.87%	7.77%		11.79%	14.71%	14.69%	14.59%	15.18%	10.89%	7.71%	11.52%	11.62%	14.48%	14.46%	14.37%	
					11.84%	14.78%	14.92%	14.85%	15.26%	10.23%	7.73%	11.63%	11.64%	14.52%	14.66%	14.57%	15.019
0.684211	1.077532	7.92%	7.80%	11.85%								44 700/					
0.684211 0.777778	1.077532	7.92%	7.80%		11.86%	14.89%	14.89%	14.80%	15.36%	9.71%	7.74%	11.76%	11.68%	14.69%	14.69%	14.60%	15.14%
					11.86%	14.89%	14.89%	14.80%	15.36%	9.71%	7.74%						
0.777778	1.06186	7.95%	7.82%	11.93%	11.86% Resul	14.89%	14.89% balancing	14.80%	15.36% 05, 0.08, 0	9.71% .08, 0.15, 0	7.74% . 15, 0.22, ().22):	11.68%	14.69%	14.69%	14.60%	15.149
0.777778 OP	1.06186	7.95% logical0	7.82% logical1	11.93% logical2	11.86% Resul logical3	14.89% ts for load_ logical4	14.89% balancing logical5	14.80% = (0.05, 0.0 logical6	15.36% 05, 0.08, 0 logical7	9.71% .08, 0.15, 0 physical0	7.74% .15, 0.22, (physical1	0.22): physical2	11.68% physical3	14.69% physical4	14.69% physical5	14.60% physical6	15.149
O.777778 OP 0.066667	1.06186 AVG_WA 2.747775	7.95% logical0 4.83%	7.82% logical1 4.76%	11.93% logical2 7.68%	Resul logical3 7.74%	ts for load_ logical4 14.50%	14.89% balancing logical5 14.44%	14.80% = (0.05, 0.000 logical6 21.22%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64%	7.74% 1.15, 0.22, (physical1 8.95%	0.22): physical2 8.96%	11.68% physical3 5.73%	14.69% physical4 9.59%	14.69% physical5 7.82%	14.60% physical6 11.02%	15.149 physical 11.289
OP 0.066667 0.103448	1.06186 AVG_WA 2.747775 2.083283	7.95% logical0 4.83% 4.90%	7.82% logical1 4.76% 4.83%	11.93% logical2 7.68% 7.79%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.77%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67%	14.89% balancing logical5 14.44% 14.68%	14.80% = (0.05, 0.00) logical6 21.22% 21.37%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99%	9.71% 08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82%	7.74% 1.15, 0.22, (physical 1 8.95% 8.81%	0.22): physical2 8.96% 8.61%	11.68% physical3 5.73% 6.40%	14.69% physical4 9.59% 11.08%	14.69% physical5 7.82% 9.49%	14.60% physical6 11.02% 13.77%	15.149 physical 11.289 14.029
OP 0.066667 0.103448 0.142857	1.06186 AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82%	Resul logical3 7.74% 7.77% 7.91%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81%	14.89% balancing logical5 14.44% 14.68% 14.83%	14.80% = (0.05, 0.000) logical6 21.22% 21.37% 21.57%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical 1 8.95% 8.81% 8.43%	0.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31%	physical3 5.73% 6.40% 6.97%	14.69% physical4 9.59% 11.08% 11.53%	14.69% physical5 7.82% 9.49% 10.62%	14.60% physical6 11.02% 13.77% 15.40%	15.149 physical 11.289 14.029 15.809
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.88%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.92%	Resul logical3 7.74% 7.77% 7.91% 7.94%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85%	14.89% balancing logical5 14.44% 14.68% 14.83% 14.90%	14.80% = (0.05, 0.0 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94%	0.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57%	physical 11.289 14.029 15.809 17.269
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769	1.06186 AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.88% 4.91%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.92% 7.93%	Resul logical3 7.74% 7.77% 7.91% 7.94% 7.92%	ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93%	14.89% balancing logical5 14.44% 14.68% 14.83% 14.90% 14.96%	14.80% = (0.05, 0.4) logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32%	0.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72%	physical 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28	1.06186 AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.92% 7.93% 7.93%	Resul logical3 7.74% 7.77% 7.91% 7.94% 7.92% 7.96%	ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.87%	balancing logical5 14.44% 14.68% 14.90% 14.96% 15.00%	14.80% = (0.05, 0.00) logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11%	7.74% 1.15, 0.22, (physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86%	0.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 12.74%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52%	physical: 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 5.00% 4.99% 4.97%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.92% 7.93% 7.93% 7.88%	Resul logical3 7.74% 7.77% 7.91% 7.94% 7.92% 7.96% 7.97%	ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.87% 14.86%	balancing logical5 14.44% 14.68% 14.90% 14.96% 15.00% 14.87%	14.80% = (0.05, 0.00) logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55%	7.74% 1.15, 0.22, (physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45%	0.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.78%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 12.74% 13.11%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24%	physical 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959 19.619
O.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652 1.235143	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.97% 4.95%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.92% 7.93% 7.93% 7.88% 7.86%	Resul logical3 7.74% 7.77% 7.91% 7.94% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.87% 14.86% 14.81%	14.89% balancing logical5 14.44% 14.68% 14.83% 14.90% 14.96% 15.00% 14.87% 14.72%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84% 21.72%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25% 22.05%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09%	0.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.78% 7.64%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 12.37% 12.74% 13.11% 13.52%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.45%	14.60% physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 19.84%	physical 11.289 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959 19.619 20.149
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.454545	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652 1.235143 1.187101	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.97% 4.95% 4.90%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.92% 7.93% 7.93% 7.88% 7.86% 7.77%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.77% 7.91% 7.94% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.79%	ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.87% 14.86% 14.81% 14.64%	14.89% balancing logical5 14.449% 14.68% 14.83% 14.90% 15.00% 14.87% 14.72% 14.74%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84% 21.72% 21.33%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25% 22.05% 22.01%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65%	7.74% 1.15, 0.22, (physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74%	D.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.78% 7.64% 7.55%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 12.74% 13.11% 13.52% 13.83%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.45% 13.92%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 19.84% 20.14%	physical 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959 19.619 20.149 20.819
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.454545 0.52381	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652 1.235143 1.187101 1.146523	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 5.00% 4.97% 4.95% 4.95% 4.90% 4.99%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.89%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.86% 7.77% 7.93%	Resul logical3 7.74% 7.91% 7.94% 7.92% 7.96% 7.97% 7.97% 7.94% 7.79%	ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.89% 14.86% 14.81% 14.66%	balancing logical5 14.44% 14.68% 14.90% 14.96% 15.00% 14.72% 14.72% 15.00%	= (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.86% 21.72% 21.33% 21.85%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25% 22.05% 22.01% 22.41%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05% 9.31%	7.74% .15, 0.22, (physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.47%	D.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.78% 7.64% 7.55% 7.63%	physical3 5.73% 6.40% 7.14% 7.14% 7.09% 7.27% 7.36% 7.52%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 12.74% 13.152% 13.183% 14.13%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 13.12% 13.15% 13.15% 14.17%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.14% 20.62%	physical: 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959 19.619 20.149 20.819 21.139
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.33333 0.391304 0.454545 0.52381 0.6	1.06186 AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.295452 1.235143 1.187101 1.146523 1.116344	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.95% 4.90% 4.99% 4.93%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.89% 4.84%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.92% 7.93% 7.93% 7.88% 7.88% 7.87% 7.77%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.92% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.79% 7.94% 7.99%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.86% 14.81% 14.66% 14.96% 14.59%	14.89% balancing logical5 14.44% 14.68% 14.83% 14.90% 15.00% 14.72% 14.72% 14.74% 15.00% 14.75%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.72% 21.32% 21.32% 21.33% 21.85% 21.53%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25% 22.05% 22.01% 22.41% 22.00%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44%	7.74% 1.15, 0.22, (physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28%	physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.64% 7.55% 7.63% 7.62%	physical3 5.73% 6.40% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.52% 7.68%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 12.74% 13.11% 13.52% 13.83% 14.13% 14.20%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.45% 13.92% 14.17%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.14% 20.62% 20.97%	physical 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959 19.619 20.149 20.819 21.139 21.459
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391334 0.454545 0.52381 0.6 0.684211	1.06186 AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652 1.235143 1.187301 1.146523 1.116344 1.092259	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.95% 4.90% 4.99% 4.96%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.84% 4.84%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.92% 7.93% 7.93% 7.88% 7.86% 7.77% 7.93% 7.77% 7.93%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.77% 7.914% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.794% 7.994% 7.990% 7.93%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.86% 14.81% 14.64% 14.64% 14.96% 14.79%	14.89% balancing logical5 14.449% 14.68% 14.90% 14.96% 15.00% 14.87% 14.72% 14.74% 15.00% 14.75% 14.90%	14.80% = (0.05, 0.0 logical6 21.22% 21.37% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84% 21.72% 21.33% 21.33% 21.53% 21.63% 21.63% 21.63% 21.63%	15.36% 105, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25% 22.05% 22.01% 22.01% 22.41%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.12%	physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.78% 7.64% 7.65% 7.63% 7.62%	11.68% physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.52% 7.68% 7.74%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 12.37% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.42%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.92% 14.17% 14.37% 14.51%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 19.84% 20.14% 20.62% 20.97% 21.11%	physical: 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959 19.619 20.149 20.819 21.139 21.459 21.789
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.33333 0.391304 0.454545 0.52381 0.6	1.06186 AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.295452 1.235143 1.187101 1.146523 1.116344	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.95% 4.90% 4.99% 4.93%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.89% 4.84%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.92% 7.93% 7.93% 7.88% 7.88% 7.87% 7.77%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.92% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.79% 7.94% 7.99%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.86% 14.81% 14.66% 14.96% 14.59%	14.89% balancing logical5 14.44% 14.68% 14.83% 14.90% 15.00% 14.72% 14.72% 14.74% 15.00% 14.75%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.72% 21.32% 21.32% 21.33% 21.85% 21.53%	15.36% 05, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25% 22.05% 22.01% 22.41% 22.00%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44%	7.74% 1.15, 0.22, (physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28%	physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.64% 7.55% 7.63% 7.62%	physical3 5.73% 6.40% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.52% 7.68%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 12.74% 13.11% 13.52% 13.83% 14.13% 14.20%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.45% 13.92% 14.17%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.14% 20.62% 20.97%	physical: 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959 19.619 20.149 20.819 21.139 21.459 21.789
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391334 0.454545 0.52381 0.6 0.684211	1.06186 AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652 1.235143 1.187301 1.146523 1.116344 1.092259	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.95% 4.90% 4.99% 4.96%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.84% 4.84%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.92% 7.93% 7.93% 7.88% 7.86% 7.77% 7.93% 7.77% 7.93%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.92% 7.96% 7.96% 7.96% 7.97% 7.94% 7.79% 7.94% 7.79% 7.94% 7.79% 7.94%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.86% 14.81% 14.64% 14.96% 14.59% 14.79% 15.00%	14.89% balancing logical5 14.44% 14.68% 14.90% 14.96% 15.00% 14.72% 14.72% 14.74% 15.00% 14.475% 14.90% 14.83%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.864% 21.72% 21.33% 21.85% 21.53% 21.63% 21.85%	15.36% 105, 0.08, 0 10gical7 21.59% 22.13% 22.44% 22.42% 22.235% 22.05% 22.01% 22.41% 22.00% 22.31%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 6.36% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.12% 5.02%	0.22]: physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.64% 7.55% 7.63% 7.62% 7.62%	11.68% physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.52% 7.68% 7.74%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 12.37% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.42%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.92% 14.17% 14.37% 14.51%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 19.84% 20.14% 20.62% 20.97% 21.11%	physical7 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959 19.619 20.149 20.819 21.139 21.459
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.3391304 0.454545 0.52381 0.6 0.684211 0.7777778	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.370408 1.294652 1.235143 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.95% 4.96% 4.96%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.84% 4.86% 4.84%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.88% 7.77% 7.93% 7.90%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.77% 7.91% 7.94% 7.96% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.99% 7.94% 7.93% 7.84% Resu	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.86% 14.81% 14.86% 14.93% 14.79% 15.00% Its for load	14.89% 14.44% 14.96% 14.96% 15.00% 14.75% 14.72% 14.74% 15.00% 14.83%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.72% 21.33% 21.85% 21.85% 21.82%	15.36% 105, 0.08, 0 10gical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.33% 22.25% 22.05% 22.01% 22.41% 22.31%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97%	7.74% 1.15, 0.22, (physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.47% 5.28% 5.12% 5.02%	0.22]: physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.78% 7.64% 7.55% 7.63% 7.62% 7.64% 7.77%	11.68% physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.52% 7.68%	14.69% physical4 9.59% 11.08% 11.53% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.73%	14.69% physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.75% 13.12% 13.45% 14.17% 14.37% 14.55%	14.60% physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.62% 20.14% 20.62% 21.11% 21.40%	physical: 11.289 14.029 15.809 17.269 18.189 18.959 19.619 20.149 20.819 21.139 21.789 21.789
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.3391304 0.454545 0.52381 0.6 0.684211 0.777778	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.370408 1.294652 1.335143 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.95% 4.99% 4.96% 4.96% logical0	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.84% 4.84% 4.84% Iogical1	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.86% 7.77% 7.93% 7.77% 7.80%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.96% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.794% 7.90% 7.93% 7.84% Resu logical3	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.86% 14.81% 14.96% 14.99% 15.00% its for load logical4	balancing logical5 14.44% 14.68% 14.90% 14.90% 14.96% 15.00% 14.87% 14.72% 14.74% 14.75% 14.90% 14.83%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84% 21.72% 21.53% 21.83% 21.83% 21.82%	15.36% 105, 0.08, 0 10gical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25% 22.01% 22.01% 22.31% 22.31%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.47% 5.28% 5.12% 5.02%	0.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.64% 7.55% 7.64% 7.76% 7.62% 7.64% 7.77%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.66% 7.52% 7.68%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.42% 14.73%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.45% 14.17% 14.37% 14.51% 14.55%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 19.84% 20.14% 20.62% 20.97% 21.11% 21.40%	physical: 11.289 14.029 15.809 17.269 18.188 18.959 19.619 20.149 20.819 21.139 21.459 21.789 21.889
OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.33333 0.391304 0.454545 0.6284211 0.777778	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652 1.235143 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.95% 4.90% 4.95% 4.90% 4.96% 4.96% logical0 4.83%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.85% 4.81% 4.84% 4.86% 4.84% logical1 7.67%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.92% 7.93% 7.88% 7.86% 7.77% 7.80% 7.90% logical2 9.63%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.77% 7.91% 7.94% 7.96% 7.96% 7.97% 7.94% 7.794 7.90% 7.84% Resu logical3	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.86% 14.81% 14.69% 14.59% 15.00% lts for load logical4 11.55%	balancing logical5 14.48% 14.68% 14.83% 14.90% 14.96% 14.72% 14.72% 14.75% 14.90% 14.83% balancing logical5 14.50%	14.80% = (0.05, 0.1 logicale 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.84% 21.72% 21.35% 21.85% 21.85% 21.82% = (0.05, 0.1 logicale 14.54%	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25% 22.01% 22.01% 22.31% 22.31% 20.00% 22.34% 22.31%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0.1 physical0 37.15%	7.74% 115, 0.22, 0 physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 6.36% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.12% 5.02% 15, 0.15, 0 physical 1 14.08%	3.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.64% 7.55% 7.64% 7.77% 2.23): physical2 8.40%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.74% 7.68%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 13.11% 13.52% 13.83% 14.13% 14.20% 14.73% physical4 6.09%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 13.12% 13.45% 13.92% 14.17% 14.57% 14.55% physical5 7.61%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 19.24% 19.84% 20.14% 20.62% 20.97% 21.11% 21.40%	physical [*] 11.288 14.029 15.809 17.269 18.1895 19.619 20.149 20.819 21.133 21.455 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.889 21.789 21.789 21.889 21.789 21.
0.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.454545 0.6 0.684211 0.777778 OP 0.066667 0.103448	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.293513 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.95% 4.99% 4.96% 4.96% logical0 4.83% 4.90%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.89% 4.84% logical1 7.67% 7.75%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.93% 7.86% 7.77% 7.93% 7.90% logical2 9.63% 9.76%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.94% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.99% 7.94% 7.99% 7.94% 8.44% Resul logical3 11.58% 11.69%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.93% 14.86% 14.96% 14.59% 14.79% 15.00% logical4 11.55% 11.69%	14.89% logical5 14.44% 14.68% 14.83% 14.90% 14.96% 15.00% 14.75% 14.72% 14.72% 14.74% 15.00% 14.83% balancing logical5 14.65%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.86% 21.85% 21.72% 21.33% 21.85% 21.53% 21.53% 21.63% 21.85% 21.63% 21.63% 21.454% 14.70%	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.42% 22.33% 22.25% 22.01% 22.41% 22.000 22.34% 22.34% 22.34% 22.34% 22.34%	9.71% Obs. 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 15.11% 13.55% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical 1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.686% 6.45% 6.09% 5.74% 5.47% 5.22% 5.02% 15, 0.15, 0 physical 1 14.08% 12.86%	3.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.64% 7.55% 7.63% 7.62% 7.64% 7.77% 23): physical2 8.40% 8.85%	11.68% physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.19% 7.27% 7.36% 7.52% 7.52% 7.68% physical3 7.31% 8.23%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 13.11% 13.52% 13.13% 14.13% 14.20% 14.20% 14.73% physical4 6.09% 7.70%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.45% 14.17% 14.55% physical5 7.61% 9.60%	14.60% physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.14% 20.62% 20.97% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68%	physical 11.28* 14.02* 15.80* 17.26* 18.18* 19.61* 20.14* 20.81* 21.13* 21.45* 21.78* 21.88* physical 11.76* 15.03*
0.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.454545 0.52381 0.6 0.684211 0.7777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.370408 1.294652 1.35143 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.96% 4.96% logical0 4.83% 4.96% 4.94%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.90% 4.90% 4.90% 4.85% 4.84% 4.86% 4.84% logical1 7.67% 7.75%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.793% 7.77% 7.93% 7.79% [logical2 9.63% 9.76% 9.89%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.96% 7.96% 7.97% 7.94% 7.93% 7.94% 7.93% 7.94% 1.68% Resu logical3 11.58% 11.68% 11.83%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.87% 14.86% 14.81% 14.96% 14.59% 14.79% 15.00% Its for load logical4 11.55% 11.78%	14.89% logical5 14.44% 14.68% 14.83% 14.90% 15.00% 14.72% 14.72% 14.75% 14.90% 14.83% balancing logical5 14.50% 14.60% 14.60%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.824% 21.72% 21.85% 21.83% 21.63% 21.82% = (0.05, 0.1 logical6 14.54% 14.76%	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.33% 22.25% 22.05% 22.01% 22.31% 22.31% 10gical7 22.48% 22.88% 23.07%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.444% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 23.47%	7.74% 1.15, 0.22, (physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.12% 5.02% 15, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.86%	0.22]: physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.64% 7.55% 7.63% 7.62% 7.62% 7.77% 223): physical2 8.40% 8.85% 8.78%	11.68% physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.68% 7.52% 7.68% 7.74% 7.68% physical3 7.31% 8.23% 8.89%	14.69% physical4 9.59% 11.08% 11.53% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.75% 13.12% 14.17% 14.37% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82%	14.60% physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.62% 20.14% 20.62% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68% 10.82%	physical 11.28' 14.02' 15.80' 17.26' 18.18' 18.95' 19.61' 20.14' 21.13' 21.45' 21.88' physical 11.76' 15.03' 16.75'
O.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.4545454 0.52381 0.6 0.684211 0.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185	AVG_WA 2.74775 2.083283 1.782007 1.598939 1.370408 1.294652 1.335143 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236 AVG_WA 2.744681 2.040366 1.749787 1.562447	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.96% 4.96% logical0 4.83% 4.90% 4.99%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.84% 4.86% 4.84% logical1 7.67% 7.75% 7.75% 7.85%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.86% 7.77% 7.80% 7.90% logical2 9.63% 9.763% 9.89%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.96% 7.96% 7.97% 7.94% 7.90% 7.93% 7.84% Resu logical3 11.58% 11.69% 11.83% 11.87%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.86% 14.86% 14.96% 14.79% 15.00% its for load logical4 11.55% 11.69% 11.78% 11.97%	balancing logical5 14.49% 14.68% 14.83% 14.90% 14.72% 14.72% 14.72% 14.75% 14.75% 14.90% 14.83% balancing logical5 14.50% 14.67% 14.84% 14.87%	14.80% (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84% 21.72% 21.85% 21.85% 21.63% 21.82% 3 = (0.05, 0.1 logical6 14.54% 14.76% 14.76% 14.89%	15.36% 105, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.33% 22.25% 22.05% 22.01% 22.41% 22.31% 1008, 0.1, 0. logical7 22.48% 22.83% 22.83% 23.16%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 23.47% 19.75%	7.74% 1.15, 0.22, (physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.47% 5.28% 5.12% 5.02% 15, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.86% 11.01%	0.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.64% 7.55% 7.62% 7.64% 7.77% 23): physical2 8.40% 8.85% 8.78%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.68% 7.52% 7.68% 7.74% 7.68%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.42% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62% 9.48%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.275% 13.12% 13.45% 14.17% 14.51% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82% 11.76%	14.60% physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 19.84% 20.62% 20.97% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68% 10.82% 11.63%	physical 11.28' 14.02' 15.80' 17.26' 18.18' 18.95' 19.61' 20.14' 21.13' 21.45' 21.78' 21.88' physical 11.76' 15.03' 16.75' 18.10'
O.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.4545455 0.52381 0.6 0.684211 0.777778 OP 0.06667 0.103448 0.142857 0.185185	AVG_WA 2.747755 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652 1.235143 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236 AVG_WA 2.744681 2.040366 1.749787 1.552447 1.439588	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.95% 4.95% 4.90% 4.96% 4.96% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.94% 5.00%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.85% 4.81% 4.86% 4.84% logical1 7.67% 7.75% 7.78% 7.85% 7.89%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.77% 7.80% 7.97% 1logical2 9.63% 9.76% 9.89% 9.95%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.96% 7.96% 7.97% 7.94% 7.79% 7.94% 7.90% 7.93% 7.84% Resu logical3 11.58% 11.69% 11.83% 11.87% 11.91%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.86% 14.81% 14.66% 14.59% 14.79% 15.00% its for load logical4 11.55% 11.69% 11.79% 11.98%	balancing logical5 14.48% 14.68% 14.90% 14.96% 14.96% 14.72% 14.72% 14.75% 14.90% 14.75% 14.90% 14.83% balancing logical5 14.50% 14.67% 14.84% 14.87% 14.93%	14.80% (0.05, 0.1) logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84% 21.72% 21.33% 21.82% 21.8	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.33% 22.25% 22.01% 22.01% 22.34% 22.31% 10.08, 0.1, 0. logical7 22.48% 22.83% 23.07% 23.16% 23.29%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 19.75% 17.15%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.12% 5.02% 1.5, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.86% 11.81%	3.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.64% 7.55% 7.64% 7.75% 7.64% 7.77% 23): physical2 8.40% 8.85% 8.78% 8.78% 8.78%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.52% 7.68% 7.74% 7.68% physical3 7.31% 8.23% 8.89% 9.48%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 12.74% 13.11% 13.52% 14.20% 14.73% 14.20% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62% 9.48% 9.93%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.45% 14.17% 14.51% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82% 11.76% 12.41%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.14% 20.14% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68% 10.82% 11.63% 12.28%	physical 11.28' 14.02' 15.80' 17.26' 18.18' 18.18' 19.61' 20.14' 20.81' 21.45' 21.78' 21.88' physical 11.76' 15.03' 16.75' 18.10' 19.21'
O.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.4545455 0.52381 0.6 0.684211 0.777778 OP 0.06667 0.103448 0.142857 0.185185	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.293513 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236 AVG_WA 2.744681 2.040366 1.749787 1.562447 1.562447 1.562487	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 4.97% 4.95% 4.95% 4.95% 4.96% logical0 4.83% 4.96% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.84% 4.84% logical1 7.67% 7.75% 7.75% 7.79% 7.85% 7.89%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.83% 7.77% 7.93% 7.77% 7.90% logical2 9.63% 9.76% 9.89% 9.95% 9.95%	11.86% Result logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.90% 7.93% 7.94% 1.83% 11.69% 11.83% 11.87% 11.91%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.85% 14.86% 14.96% 14.59% 15.00% its for load logical4 11.75% 11.85% 11.97% 11.97% 11.97% 11.97% 11.97% 11.97%	balancing logicals 14.48% 14.68% 14.96% 15.00% 14.72% 14.72% 15.00% 14.75% 14.90% 14.83% 14.90% 14.83% 14.84% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.91%	= (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.64% 21.75% 21.86% 21.85% 21.53% 21.53% 21.85% 21.63% 21.454% 14.70% 14.76% 14.89% 14.95%	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.33% 22.25% 20.01% 22.41% 22.00% 22.34% 22.34% 22.34% 22.34% 22.34% 22.34% 23.27% 23.16% 23.29% 23.30%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 23.47% 19.75% 17.15% 15.03%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.02% 15, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.01% 10.31% 9.67%	3.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.64% 7.55% 7.63% 7.62% 7.64% 7.77% 223): physical2 8.40% 8.85% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.68% 7.52% 7.68% 7.74% 7.68%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.42% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62% 9.48%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.275% 13.12% 13.45% 14.17% 14.51% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82% 11.76%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.14% 20.62% 20.97% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68% 10.82% 11.63% 12.28%	physical 11.28' 14.02' 15.80' 17.26' 18.18' 18.18' 19.61' 20.14' 20.81' 21.45' 21.78' 21.88' physical 11.76' 15.03' 16.75' 18.10' 19.21'
O.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.391304 0.454545 0.52381 0.6 0.684211 0.777778 OP 0.0666667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333	AVG_WA 2.747755 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652 1.235143 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236 AVG_WA 2.744681 2.040366 1.749787 1.552447 1.439588	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.95% 4.95% 4.90% 4.96% 4.96% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.94% 5.00%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.85% 4.81% 4.86% 4.84% logical1 7.67% 7.75% 7.78% 7.85% 7.89%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.77% 7.80% 7.97% 1logical2 9.63% 9.76% 9.89% 9.95%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.96% 7.96% 7.97% 7.94% 7.79% 7.94% 7.90% 7.93% 7.84% Resu logical3 11.58% 11.69% 11.83% 11.87% 11.91%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.86% 14.81% 14.66% 14.59% 14.79% 15.00% its for load logical4 11.55% 11.69% 11.79% 11.98%	balancing logical5 14.48% 14.68% 14.90% 14.96% 14.96% 14.72% 14.72% 14.75% 14.90% 14.75% 14.90% 14.83% balancing logical5 14.50% 14.67% 14.84% 14.87% 14.93%	14.80% (0.05, 0.1) logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84% 21.72% 21.33% 21.82% 21.8	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.33% 22.25% 22.01% 22.01% 22.34% 22.31% 10.08, 0.1, 0. logical7 22.48% 22.83% 23.07% 23.16% 23.29%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 19.75% 17.15%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.12% 5.02% 15, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.86% 11.81%	3.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.64% 7.55% 7.64% 7.75% 7.64% 7.77% 23): physical2 8.40% 8.85% 8.78% 8.78% 8.78%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.52% 7.68% 7.74% 7.68% physical3 7.31% 8.23% 8.89% 9.48%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.37% 12.74% 13.11% 13.52% 14.20% 14.73% 14.20% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62% 9.48% 9.93%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 13.45% 14.17% 14.51% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82% 11.76% 12.41%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.14% 20.14% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68% 10.82% 11.63% 12.28%	physical 11.28 14.02 15.80 17.26 18.18 18.95 19.61 20.14 20.14 21.13 21.45 21.78 21.88 21.88 21.88 21.88
0.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.66 0.684211 0.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.142857 0.142857 0.142857 0.133333 0.391304	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.293513 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236 AVG_WA 2.744681 2.040366 1.749787 1.562447 1.562447 1.562487	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 4.97% 4.95% 4.95% 4.95% 4.96% logical0 4.83% 4.96% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.84% 4.84% logical1 7.67% 7.75% 7.75% 7.79% 7.85% 7.89%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.83% 7.77% 7.93% 7.77% 7.90% logical2 9.63% 9.76% 9.89% 9.95% 9.95%	11.86% Result logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.90% 7.93% 7.94% 1.83% 11.69% 11.83% 11.87% 11.91%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.85% 14.86% 14.96% 14.59% 15.00% its for load logical4 11.75% 11.85% 11.97% 11.97% 11.97% 11.97% 11.97% 11.97%	balancing logicals 14.48% 14.68% 14.96% 15.00% 14.72% 14.72% 15.00% 14.75% 14.90% 14.83% 14.90% 14.83% 14.84% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.91%	= (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.64% 21.75% 21.86% 21.85% 21.53% 21.53% 21.85% 21.63% 21.454% 14.70% 14.76% 14.89% 14.95%	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.33% 22.25% 20.01% 22.41% 22.00% 22.34% 22.34% 22.34% 22.34% 22.34% 22.34% 23.27% 23.16% 23.29% 23.30%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 17.06% 15.11% 13.55% 12.05% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 23.47% 19.75% 17.15% 15.03%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.02% 15, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.01% 10.31% 9.67%	3.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.64% 7.55% 7.63% 7.62% 7.64% 7.77% 223): physical2 8.40% 8.85% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.14% 7.27% 7.36% 7.27% 7.36% 7.74% 7.68% physical3 7.31% 8.23% 8.89% 9.97% 10.46%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 12.74% 13.11% 13.52% 13.42% 14.13% 14.20% 14.42% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62% 9.43% 9.93% 10.29%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.75% 13.12% 13.45% 13.45% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82% 11.76% 12.86%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.14% 20.62% 20.97% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68% 10.82% 11.63% 12.28%	physical 11.28' 14.02' 15.80' 17.26' 18.18' 18.95' 19.61' 20.14' 21.13' 21.45' 21.78' 21.88' physical 11.76' 15.03' 16.75' 18.10' 19.21' 20.03' 20.67'
O.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.60 0.684211 0.777778 OP 0.066647 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.370408 1.294652 1.235143 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236 AVG_WA 2.744681 2.040336 1.749787 1.562447 1.439588 1.346798 1.346798 1.346798	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 6.90% 4.99% 4.95% 4.96% 4.96% logical0 4.83% 4.96% 4.96% 4.97% 4.97% 4.97% 4.97%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.90% 4.90% 4.90% 4.85% 4.84% 4.86% 4.84% logical1 7.67% 7.75% 7.79% 7.85% 7.89% 7.89% 7.87%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.793% 7.77% 7.93% 7.77% 9.93% 9.95% 9.95% 9.93% 9.91%	11.86% Resul logical3 7.74% 7.91% 7.94% 7.96% 7.96% 7.96% 7.93% 7.94% 7.90% 7.93% 1.56% 11.87% 11.87% 11.87% 11.81% 12.03%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.87% 14.86% 14.81% 14.96% 14.59% 14.79% 15.00% its for load logical4 11.55% 11.78% 11.97% 11.98% 11.87%	balancing logicals 14.48% 14.68% 14.96% 15.00% 14.72% 14.72% 14.75% 14.83% balancing logicals 14.50% 14.83% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87%	14.80% = (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.82% 21.82% = (0.05, 0.1 logical6 14.54% 14.76% 14.89% 14.91% 14.95%	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.33% 22.25% 22.05% 22.01% 22.31% 22.31% 22.31% 23.30% 23.16% 23.30% 23.16%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.444% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 23.47% 19.75% 17.15% 15.033% 13.40%	7.74% 1.15, 0.22, (physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.12% 5.02% 15, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.86% 11.01% 10.31% 9.67% 9.08%	D.22]: physical2 8.96% 8.611% 8.31% 8.11% 7.97% 7.98% 7.64% 7.55% 7.63% 7.62% 7.64% 7.77% 23): physical2 8.40% 8.85% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.878% 8.88%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.68% 7.52% 7.68% 7.74% 7.68% physical3 7.31% 8.23% 8.89% 9.48% 9.97% 10.46% 10.63%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62% 9.48% 9.93% 10.62%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.75% 13.12% 14.17% 14.37% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82% 11.76% 12.86% 13.28%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.62% 20.14% 20.62% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 10.82% 10.82% 11.63% 12.88% 12.88% 12.88% 13.34%	physical 11.28' 14.02' 15.80' 17.26' 18.18' 18.95' 19.61' 20.14' 21.13' 21.45' 21.78' 21.88' physical 11.76' 15.03' 16.75' 18.10' 19.21' 20.03' 20.67' 21.21'
0.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.454545 0.52381 0.6 0.684211 0.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28	AVG_WA 2.74775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.294652 1.135143 1.092259 1.072236 AVG_WA 2.744681 2.040366 1.749787 1.562447 1.439588 1.346798 1.276483 1.2197	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.96% logical0 4.83% 4.96% 4.96% 4.97% 4.95% 4.99% 4.95% 4.95%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.84% 4.84% 4.86% 4.84% logical1 7.67% 7.75% 7.75% 7.85% 7.89% 7.89% 7.81%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.87% 7.93% 7.77% 7.93% 7.97% 9.63% 9.76% 9.95% 9.95% 9.93% 9.89% 9.95%	Resul logical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.96% 7.95% 7.96% 7.97% 7.94% 7.90% 7.93% 7.84% Resu logical3 11.58% 11.69% 11.87% 11.91% 12.03% 11.88% 11.88% 11.88% 11.83%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.81% 14.96% 14.59% 14.79% 15.00% lts for load logical4 11.55% 11.69% 11.78% 11.97% 11.98% 11.87% 11.89% 11.89%	balancing logical5 14.49% 14.68% 14.83% 14.90% 14.87% 14.72% 14.72% 14.75% 14.90% 14.83% balancing logical5 14.50% 14.67% 14.83% 14.87% 14.93% 14.93% 14.91% 14.83%	14.80% (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84% 21.72% 21.83% 21.83% 21.82% 3 = (0.05, 0.1 logical6 14.76% 14.70% 14.95% 14.95% 14.95% 14.95% 14.95% 14.83%	15.36% 105, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.33% 22.25% 22.05% 22.05% 22.01% 22.41% 22.31% 100, 0.1, 0.1 100, 0.1 100, 0	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 23.47% 19.75% 17.15% 15.03% 13.40% 11.91%	7.74% 1.15, 0.22, (physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 5.28% 5.12% 5.02% 15, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.01% 10.31% 9.67% 9.08% 8.56%	7.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.64% 7.55% 7.62% 7.64% 7.77% 23): physical2 8.40% 8.85% 8.78% 8.78% 8.78% 8.91% 9.13%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.52% 7.68% 7.74% 7.68% physical3 7.31% 8.23% 8.89% 9.48% 9.97% 10.46% 10.63% 10.93%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.42% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62% 9.48% 9.93% 10.62% 10.62% 10.92%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.75% 13.12% 13.45% 14.17% 14.51% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82% 11.76% 12.241% 12.86% 13.288% 13.66%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.62% 20.14% 20.62% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68% 10.82% 11.63% 12.28% 12.85% 13.34% 13.68%	physical 11.28° 14.02° 15.80° 17.26° 18.18° 18.18° 19.61° 20.14° 20.14° 21.13° 21.45° 21.78° 21.88° physical 11.76° 15.03° 16.75° 18.10°
O.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.454545 0.6 0.684211 0.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.454545	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.370408 1.294652 1.335143 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236 AVG_WA 2.744681 2.040366 1.749787 1.562447 1.439588 1.346798 1.276483 1.216483	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.96% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.94% 4.95% 4.99% 4.99% 4.99%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.86% 4.84% logical1 7.67% 7.75% 7.79% 7.85% 7.89% 7.89% 7.89% 7.81% 7.70%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.88% 7.77% 7.80% 7.97% 7.80% 9.963% 9.76% 9.89% 9.95% 9.93% 9.89% 9.91%	11.86% Resullogical3 7.74% 7.91% 7.91% 7.94% 7.96% 7.97% 7.94% 7.90% 7.93% 7.84% Resullogical3 11.58% 11.69% 11.83% 11.81% 11.83% 11.83% 11.83% 11.11%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.85% 14.81% 14.66% 14.99% 14.79% 15.00% its for load logical4 11.55% 11.69% 11.78% 11.98% 11.87% 11.87% 11.88% 11.87% 11.82% 11.67%	balancing logical5 14.49% 14.68% 14.90% 14.90% 14.72% 14.72% 14.74% 14.75% 14.90% 14.75% 14.90% 14.83% balancing logical5 14.50% 14.67% 14.84% 14.84% 14.93% 14.91% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87% 14.87%	14.80% (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.57% 21.64% 21.75% 21.86% 21.84% 21.72% 21.33% 21.63% 21.63% 21.63% 21.82% 3 = (0.05, 0.1 logical6 14.54% 14.70% 14.76% 14.89% 14.91% 14.95% 14.95% 14.93% 14.83% 14.62%	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.44% 22.42% 22.33% 22.25% 22.01% 22.00% 22.34% 22.31% 100gical7 22.48% 22.83% 22.83% 22.31% 23.07% 23.16% 23.29% 23.16% 22.92%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 19.60% 15.11% 13.55% 12.05% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 23.47% 19.75% 17.15% 13.40% 13.40% 10.59%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 7.32% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.12% 5.02% 15, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.86% 11.01% 10.31% 9.67% 9.08% 8.56% 8.22%	3.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.64% 7.55% 7.64% 7.77% 23): physical2 8.40% 8.85% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.98% 9.13% 9.29%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.36% 7.52% 7.68% 7.74% 7.68% physical3 7.31% 8.23% 8.23% 8.23% 9.97% 10.46% 10.63% 10.93% 11.14%	physical4 9.59% 11.08% 11.53% 11.89% 12.74% 13.11% 13.52% 14.13% 14.20% 14.42% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62% 9.48% 9.93% 10.29% 10.62% 10.92% 11.11%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.24% 12.75% 13.12% 14.37% 14.51% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82% 11.76% 12.41% 12.86% 13.286% 13.286% 13.98%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 17.72% 18.52% 19.24% 20.62% 20.97% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68% 10.82% 11.63% 12.28% 12.85% 13.348% 13.848% 13.88%	physical 11.28° 14.02° 15.80° 17.26° 18.18° 18.18° 19.61° 20.14° 20.14° 21.13° 21.45° 21.78° 21.88° 21.89° 11.76° 15.03° 16.75° 18.10° 19.21° 20.03° 20.67° 21.80° 21.80°
O.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.28 0.333333 0.391304 0.454545 0.684211 0.777778 OP 0.066667 0.103448 0.142857 0.185185 0.230769 0.230769 0.230769 0.230769 0.230769 0.230769 0.454545 0.52381	AVG_WA 2.747775 2.083283 1.782007 1.598939 1.464329 1.370408 1.2924652 1.370408 1.29353 1.187101 1.146523 1.116344 1.092259 1.072236 AVG_WA 2.744681 2.040366 1.749787 1.562447 1.562447 1.562483 1.2197 1.776881 1.176881 1.176881 1.176881	7.95% logical0 4.83% 4.90% 4.94% 4.97% 5.00% 4.99% 4.95% 4.95% 4.96% logical0 4.83% 4.96% 4.96% 4.96% 4.97% 4.95% 4.99% 4.97% 4.95% 4.99%	7.82% logical1 4.76% 4.83% 4.88% 4.91% 4.90% 4.90% 4.85% 4.81% 4.86% 4.86% 7.75% 7.75% 7.75% 7.85% 7.89% 7.89% 7.89% 7.89% 7.89%	11.93% logical2 7.68% 7.79% 7.82% 7.93% 7.93% 7.93% 7.77% 7.93% 7.77% 7.90% logical2 9.63% 9.76% 9.89% 9.95% 9.95% 9.91% 9.89%	Resul logical3 7.74% 7.91% 7.94% 7.92% 7.96% 7.97% 7.94% 7.93% 7.93% 7.93% 11.58% 11.69% 11.83% 11.87% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81% 11.81%	14.89% ts for load logical4 14.50% 14.67% 14.81% 14.85% 14.85% 14.96% 14.59% 15.00% its for load logical4 11.75% 11.69% 11.78% 11.97%	balancing logicals 14.48% 14.68% 14.96% 15.00% 14.75% 14.72% 15.00% 14.75% 14.90% 14.83% 14.90% 14.83% 14.91% 14.87% 14.8	= (0.05, 0.1 logical6 21.22% 21.37% 21.64% 21.75% 21.86% 21.85% 21.53% 21.53% 21.85% 21.62% 14.54% 14.70% 14.76% 14.89% 14.91% 14.95% 14.91% 14.95% 14.97% 14.88%	15.36% 15, 0.08, 0 logical7 21.59% 21.99% 22.13% 22.42% 22.33% 22.25% 20.05% 22.01% 22.41% 22.00% 22.34% 22.33% 22.34% 22.34% 22.34% 22.34% 23.16% 23.29% 23.16% 22.98% 22.92% 23.28%	9.71% .08, 0.15, 0 physical0 36.64% 27.82% 22.93% 17.06% 15.11% 13.55% 10.65% 9.31% 8.44% 7.68% 6.97% 12, 0.12, 0. physical0 37.15% 28.05% 23.47% 19.75% 11.503% 13.40% 11.91% 10.59% 9.23%	7.74% 1.15, 0.22, 0 physical1 8.95% 8.81% 8.43% 7.94% 6.86% 6.45% 6.09% 5.74% 5.28% 5.12% 5.02% 15, 0.15, 0 physical1 14.08% 12.86% 11.01% 10.31% 9.67% 9.08% 8.56% 8.22% 8.15%	3.22): physical2 8.96% 8.61% 8.31% 8.11% 7.97% 7.64% 7.55% 7.63% 7.64% 7.77% 23): physical2 8.40% 8.85% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 8.78% 9.13% 9.29%	physical3 5.73% 6.40% 6.97% 7.14% 7.09% 7.15% 7.27% 7.368% 7.74% 7.68% physical3 8.23% 8.89% 9.48% 9.97% 10.46% 10.63% 10.93% 11.14% 11.34%	physical4 9.59% 11.08% 11.89% 12.37% 12.74% 13.11% 13.52% 13.83% 14.13% 14.20% 14.42% 14.73% physical4 6.09% 7.70% 8.62% 9.43% 10.62% 10.62% 10.62% 10.12%	physical5 7.82% 9.49% 10.62% 11.49% 12.75% 13.12% 13.45% 13.45% 14.55% physical5 7.61% 9.60% 10.82% 11.76% 12.86% 13.28% 13.68% 13.69% 14.22%	physical6 11.02% 13.77% 15.40% 16.57% 16.57% 19.24% 19.24% 20.14% 20.62% 20.97% 21.11% 21.40% physical6 7.62% 9.68% 10.82% 11.63% 12.28% 12.85% 13.34% 13.68% 13.88% 14.21%	physical 11.28' 14.02' 15.80' 17.26' 18.18' 18.95' 19.61' 20.14' 21.13' 21.45' 21.78' 21.88' physical 11.76' 15.03' 16.75' 18.10' 19.21' 20.03' 20.67' 21.21' 21.80' 22.21' 21.21' 22.21' 22.40'