**X86\_64**

**מנגנון הדפדוף ב-Compatibility mode וגם יישום מרחב כתובות מעבר ל-4GB במערכות 32 ביט**

הסיבה אולי העיקרית שלמענה הומצאה מעבד ה-x86\_64 היה המגבלה שנוצרה במעבד x86 (x86\_32), שבו מרחב הכתובות הפיזי והווירטואלי לא יכול היה לחרוג מ-32 ביטים או 4GB בערך 4\*109 בתים (4294967296 בתים, אם רוצים לדייק). ב-long mode המוד הטבעי של x86\_64 עם מודל התוכניתן המורחב, אפשר תאורטית לממש מערכות שבהן יהיה ניתן בכל רגע לעד 252 זיכרון פיזי, ועד 264 מרחב כתובות וירטואלי.

אלא, שניתן לממש מערכות 32 עם מודל התוכניתן הקודם, 32 ביט, המנצלות יותר מ-4GB זיכרון אלקטרוני. ישנן 2 אפשרויות לרעיון הזה, הנקראות PAE – Physical Address Extension ו-PSE – Page Size Extension. בשלב זה נתמקד ב-PAE.

ב-Compatibility Mode המוד שבו יישומים 32 ביט מורצים ע"י מערכת 32 ביט, ה-PAE תמיד מופעל. זו הגרסה היחידה של 32 ביט שנתמכת במערכות 64 ביט, אבל עקרונית ההבדלים מוסתרים מהיישום.

**PAE – Physical Address Extension**

 במסגרת הזו, רק 4GB זיכרון אלקטרוני נגיש בכל רגע, אבל במהלך הריצה של המערכת ניתן לדפדף בין חלונות של 4GB של זיכרון. ה-CR3(PDBR) משמש כמתג למעבר בין החלונות. מימוש אופייני של הרעיון הוא מימוש המעבר בין הדפים במעבר בין תהליכים, כאשר בזמן ריצה של תהליך כלשהוא יש שימוש בעד 4GB כתובות.

הפטנט הזה נקרא PAE – Physical Address Extension והוא פעיל אוטומטית כאשר במערכת 64 ביט מורץ יישום מקומפל 32 במסגרת Compatibility Mode.

הפעלת ה-PAE נעשה ע"י הדלקת הביט **CR4.PAE**. כל עוד הביט הזה לא דלוק המגבלה של עד 4GB שרירה וקיימת (למעט פתרון אחר לבעיה PSE).

**אוגר ה-CR4**



**מקור: AMD64 Architecture Programmer’s Manual Vol 2**

אוגר ה-CR4 מכיל את דגל ה-CR4.PAE שהדלקתו מפעיל את המנגנון.

ברגע שה-**CR4.PAE == 1**, הכניסות בטבלאות הדפים הופכות לכניסות בגודל **64 ביט במקום 32 ביט המסורתי.**

יחד עם זאת **גודל הטבלאות**  - 4096 בתים - **אינה משתנה**, שפירוש הדבר שיש שם מחצית מספר הכניסות שהיה שם קודם: 512 במקום 1024. בכדי לכפר בכדי לכפר על כך נוצר רובד פענוח נוסף.

הדיאגרמות הבאת ממחישות זאת:









**מקור: Wikipedia**

**כאשר PAE עובד במוד 32 ביט, הגודל של ה-CR3 קטן ל-32 ביט.**

****

מאחר וטבלאות המשנה תמיד 4096 = 212 בתים, וה-CR3 נשאר 32 ביט, המיקום של PDPE נמצא בכתובות של עד 239  הכתבות הראשות.