

# מצגת בנושא קומונאליות לכנס איכות 2015

אושרה גורדון  
ד"ר לינה טפר

## מבוא

- נושא הקומונאליות בא לידי ביטוי בולט בהתנהלות הפרויקטלית ברפאל.
- ראוי ללמוד מדוגמאות העבר ולהיות מודעים היטב לכלל המשמעויות ביישום קומונאליות על מנת לנצל יתרונות ולהפחית את הסיכונים.
- קיימים מספר רבדים ביישום קומונאליות, שנדבר עליהם בהמשך.
- היתרונות בשימוש במכלולים קומונאליים ברורים: נרכש ניסיון מצטבר במכלולים משותפים, אמינות המערכות עולה, עלויות הייצור פחותות וניתן לחסוך במשאבי פיתוח והוכחה.
- יחד עם זאת, קיימים גם לא מעט סיכונים פוטנציאליים ביישום מכלולים קומונאליים: חשש לפגיעה בעקרונות הגיבוי והגיוון, סיבוכיות התכן, ועוד.
- רוב החסרונות באים לידי ביטוי כאשר מפתחים מכלול קומונאלי מראש למספר פרויקטים, כאשר חלקם עתידיים.

## מבוא

- העבודה כוללת מספר שלבים:
- יתרונות וסיכונים פוטנציאליים של קומונאליות, בדגש על פרוייקטי עבר ברפאל ובעולם.
- היבטי קומונאליות בשלבים שונים בחיי הפרויקט.
- ריכוז תובנות, נקודות לתשומת ולקחים.
- המסר הכללי הוא שפעמים רבות קומונאליות היא למעשה, עקרון מתחייב. יחד עם זאת קיימים סיכונים שנדרש להיות מודעים להם ולתת להם מענה, עד כדי אי מימוש קומונאליות במקרים מסויימים.

Source: DAIMLERCHRYSLER  
Development Car Division

# Volkswagen A-Platform

Platform	VW	Audi	Skoda	Seat	Rolls-Royce/ Bentley	Lamborghini	Bugatti?
Sportwagen*	W12 Coupé/ Roadster					Diablo SV/ Diablo VI Roadster	EB 110
D	Luxuslimousine	A8 (Nachfolger)			Silver Seraph/ Amage*		EB 112*
B/C	Passat Plus Passat	A4/A6					
A	Golf, Bora, Beetle	A3 TT Coupé/ Roadster	Octavia	Toledo (Nachfolger)			
A00/ A0	Fold, Lupo	A1	Felcia (Nachfolger)	Bora, Cordoba, Arosa			



Audi A3  
(3+ 5-door)



Audi TT coupe



Audi TT roadster



VW Golf IV

(3+5 door, station wagon, convertible, and Minivan)



VW Bora

(Bora sedan, coupe, convertible, and station wagon)



VW Beetle

(New Beetle, New Beetle convertible)



Skoda Octavia

(Octavia sedan, and station wagon)



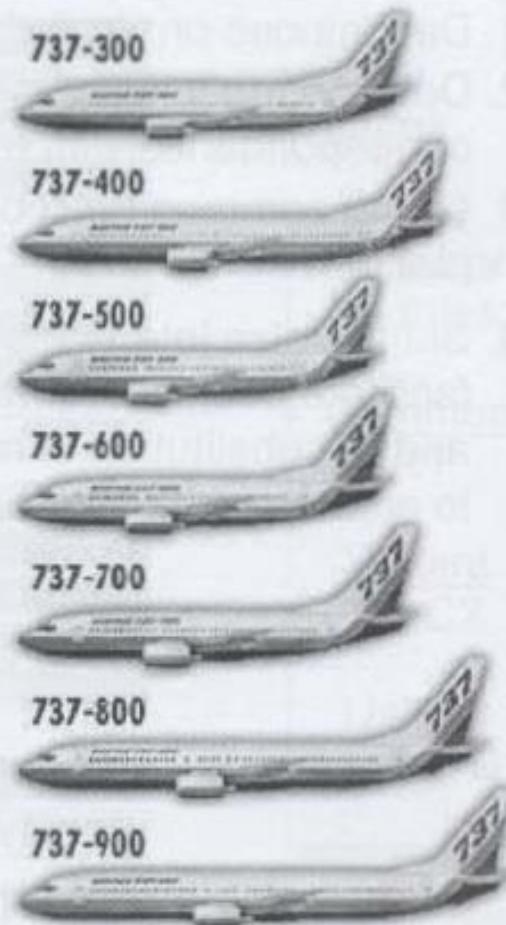
Seat Toledo Successor

(Toledo, coupe, station wagon, and convertible)

- VW planned 19 vehicles based on A-platform
- VW estimates development and investment cost savings of \$1.5 billion/yr using platforms

## Scale-based Product Families

- Develop a product platform that can be “scaled” or “stretched” in one or more dimensions to satisfy a variety of market niches
- Boeing 737 is divided into 3 platforms:
  - Initial-model (100 and 200)
  - Classic (300, 400, and 500)
  - Next generation (600, 700, 800, and 900 models)
- The Boeing 777 has also been designed knowing that it will be “stretched”



## הגדרות

1. מכלול/תת מערכת מפותחים במקביל למספר מערכות.
2. המכלול/תת מערכת מפותחים מראש, כאופציה למספר מערכות (חלקן עתידיות), ומראש נלקחות בחשבון התכונות והאילוצים מכלל המערכות.
3. REUSE - מכלול פותח עבור מערכת ספציפית. לאחר מכן הוחלט ליישם אותו למערכת נוספת. במקרה זה ההתאמות למערכת החדשה נעשות בדיעבד.
4. קומונאליות חלקית - מכלול פותח עבור מערכת ספציפית. לאחר מכן מתבססים על התכן ומתאימים אותו למערכת נוספת.

# יתרונות ביישום קומונאליות

- חיסכון במשאבים המתבטא ב:
  - אפשרות לבצע פחות ניסויים ולבדוק יותר מכלולים
  - תוכנית התיישנות משותפת
  - מלאי חלפים משותף, ספרות והדרכה
  - השקעה חד פעמית של קבוצת הפיתוח
  - השקעה פחותה בהכשרת צוותי הכללה
- השגת אמינות-התכן נבחן במסגרת של מספר מערכות:
  - הניסיון המבצעי הכולל המצטבר הוא רב יותר.
  - במפעל הייצור – ניסיון וידע מצטבר בהרכבה ובבדיקות, כתוצאה מייצור כמויות גדולות יותר.
  - מעלה את הסיכוי לעלות על טעויות תכן. כאשר מתגלה במערכת אחת מתוקן עבור המערכות הנוספות.

# יתרונות ביישום קומונאליות

- מערכות עתידיות מקבלות מכלולים מוכחים
  - יכולת טובה יותר לתת הערכה סטטיסטית שמבוססת על כמויות.
  - הפרויקט הממומש מאוחר יותר מרוויח נסיון מקדים סד"כ בהיבטי התיישנות.
- בהיבט בטיחות – טוב מאוד לאימות עמידה בדרישות בטיחות. לא צריך לחזור על תהליך אימות הבטיחות.



# סיכונים פוטנציאליים - 1

## • CCF) Common Cause Failure - חשש לשגיאות סיסטמטיות

- תקלה המתגלה במערכת מסוימת עלולה להשבית גם מערכות נוספות.
- במכלולים קומונאליים כל עדכון תוכנה דורש הוכחה לכל המערכות (חלקם מבצעיות).
- לעיתים מבצעים שינויים לא אופטימליים במכלולים קומונאליים כדי לעקוף את הצורך לאישור השינוי בכמה מערכות.
- במכלולים קומונאליים קיימות פונקציות שאינן בשימוש (לכל אחד מהפרויקטים בנפרד) ועלולות לגרום לתקלות חבויות.
- חסרון לקומונאליות בתוכנה - קיימים חלקי תוכנה אשר אינם בשימוש בפרוייקט הנוכחי, ולכן אינם נבדקים כמו שצריך ועלולים לגרום לבעיות (באגים לא צפויים).

## דוגמא:

ביוני 1996 שוגר הטיל הראשון בתוכנית אריאן 5 של סוכנות החלל האירופאי. 37 שניות לאחר השיגור החל הטיל לפתח תמרון בלתי מבוקר, חלקי טיל החלו להתפרק והמחשב המרכזי שלח אות השמדה עצמית לטיל.

בחקר התקלה הסתבר שהתוכנה של מערכת הניווט האינרציאלית נלקחה מאריאן 4. התקלה הופיעה במודול תוכנה לאיפוס נתונים. המודול הזה מסיים את פעולתו באריאן 5 לפני השיגור ואילו באריאן 4 הוא ממשיך לפעול עד 40 שניות אחרי השיגור.



אריאן 5 | 37 שניות טיסה, שבהן הגיע הטיל לגובה של ארבעה ק"מ, חשפו למهندסים טעות קטנה - והסעויות הן בדרך כלל קטנות - במערכת הניווט האינרציאלית. הטעות הזאת גרמה לטיל ענק הממדים והיקר לצאת מהמסלול, עד שלמנהלי הניסוי לא נותר אלא לחזות חפויי ראש בהשמדתו

## סיכונים פוטנציאליים - 2

- החלטה על קומונאליות מביאה לעיתים למצב שבו המכלול אינו אופטימאלי עבור אף אחד מהמערכות והוא מהווה "פשרה" ביניהם.
- כאשר דרישות עבור אחת המערכות אינן מוגדרות היטב, ישנו פעמים רבות מצב בו לוקחים מקדמי ביטחון גדולים מאוד אשר גורמים לסיבוך היישום וההוכחה.
- הוספת דרישות מסבכת את התכן ומקשה על ההוכחה. הפיתוח לוקח יותר זמן ועולה יותר כסף.
- לא תמיד חושבים מראש על כל הדרישות עבור המכלול העתידי.

## סיכונים פוטנציאליים - 3

- החלטה על קומונאליות זמן רב מראש – דרישות עלולות להשתנות ולא ניתן יהיה להשתמש במכלול עבור כל המערכות.
- קומונאליות שנקבעת מראש ולבסוף לא מיושמת עבור מערכת עתידית – גם הפסד כסף וגם סיבוך הפיתוח: "נשארים עם הדבשת".
- לא קל לתחזק קומונאליות בין מכלולים/מערכות לאורך זמן.
- קומונאליות "הורגת" את היצירתיות והמוטיבציה בקבוצות הפיתוח. בעיקר עבור צעירים שלא נותנים להם הזדמנות לפתח מכלולים חדשים.
- החלטה על קומונאליות פוסלת מראש חלק החלופות.

# סיכונים פוטנציאליים ב REUSE

- מאחר והמכלול המקורי לא פותח עבור הפרויקט החדש, לא ניתן להיות בטוחים שמעטפת הביצועים תתאים ושחשבנו על כל הפרמטרים הרלוונטיים.
- לפעמים המכלול המקורי אינו אופטימלי, וכך נוצר מצב שמעבירים את החסרונות לדורות הבאים במקום לתקן אותם.
- כאשר נלקח מכלול כעוגן מפרויקט אחר, עלול להוביל למצב של "הסרת אחריות" בהקשר של המכלול הזה.

# תובנות לשלב ההחלטה

- שיקול חשוב ביישום קומונאליות הוא יכולת ההוכחה והבדיקתיות של המכלול. מבחינה זו יש הבדל עקרוני בין הפיזיקה לבין הנדסה/טכנולוגיה. ככל שהמכלול הוא פחות בר הוכחה ופחות בדיקתי כך גדל הסיכון ביישום קומונאליות.
- קומונאליות באלקטרוניקה – נכון אם מדובר בטוח זמן של עד כ-5 שנים. מאד הגיוני שמכלולי אלקטרוניקה בדיקתיים יהיו קומונאליים. ככל שיהיו יותר מכלולים אלקטרוניים מאותו סוג ניתן יהיה לבסס את אמינות המכלול.
- הסיכוי הטוב ביותר להצלחה בקומונאליות היא ששני פרויקטים מפותחים במקביל, או בסמיכות זמנים

# תובנות לשלב ההחלטה

- שיקול חשוב ביישום קומונאליות הוא יכולת ההוכחה והבדיקתיות של המכלול. מבחינה זו יש הבדל עקרוני בין הפיזיקה לבין הנדסה/טכנולוגיה. ככל שהמכלול הוא פחות בר הוכחה ופחות בדיקתי כך גדל הסיכון ביישום קומונאליות.
- לא יכול להיות מצב שבו פרויקט אחד אמור לשמור על ה"אינטרסים" של פרויקט אחר – חייב להיות מישהו ששומר על הפרויקט העתידי באופן אקטיבי ומתעדכן.
- יש לקחת בחשבון שההחלטה על מכלול/מערכת קומונאלית מסבכת את הנדסת המערכת של הפרויקט הנוכחי: מוריד גמישות בהחלטות, מפיל חלק מהפתרונות. הנושא מחריף ככל שהקומונאליות ברמה גבוהה יותר (תת מערכת לעומת מכלול).



# תובנות לשלב הגדרת הדרישות

- צריך שתהיה מעטפת דרישות מבצעיות ובטיחות לכל המערכות מראש. אסור להיכנס לפיתוח קומונאלי עם הגדרות חלקיות.
- הבעיות ביישום קומונאליות מתחילות ברגע שיש דרישות סותרות בין המערכות. הן צריכות להיבחן כחלק מההחלטה ולהיות מנהלות לאורך זמן.

# תובנות לשלב הגדרת הדרישות

- צריך שתהיה מעטפת דרישות מבצעיות ובטיחות לכל המערכות מראש. אסור להיכנס לפיתוח קומונאלי עם הגדרות חלקיות.
- הבעיות ביישום קומונאליות מתחילות ברגע שיש דרישות סותרות בין המערכות. הן צריכות להיבחן כחלק מההחלטה ולהיות מנהלות לאורך זמן.
- ניתן להתגבר על דרישות שונות בהיבט תנ"ס על-ידי over design. במקרים כאלה צריך לעשות שיקול האם עלות הקומונאליות אינה גבוהה מידי, בגין השפעה על יחס עלות/תועלת בהיבטים של: סיבוך התכן, אמינות, הגדלת נפח, משקל, צריכת הספק, עלויות הוכחה

# תובנות לשלב הפיתוח

- צריך להתייחס לנושא הקומונאליות בסקרי התיכון (כולל לסיכונים שבו).
- כאשר מכלול קומונאלי צריך לשים דגש על הגדרת בדיקות מאד גבוהה.
- ניהול הקומונאליות מבוצע ע"י הנדסת המערכת. חשוב להגדיר דרישות בצורה מיטבית לשטחי הפיתוח.

# תובנות לשלב ההוכחה

- ברמת מערכת נדרש לבדוק במעטפת תנאי סביבה של כל מערכת בנפרד. ניתן לקחת מקדמי ביטחון עבור כל אחד מהמערכות בנפרד. **בבדיקות ברמת מערכת אין חיסכון בגלל הקומונאליות.**
- ברמת מכלול כנראה שניתן יהיה לבצע חלק מהבדיקות ברמת מעטפת ואז יהיה חיסכון.