

עקרון הזהירות המונעת - התעלמות מאזהרות ותוצאותיה

**המאמר מעלה דוגמאות רבות לתוצאות של התעלמות מאזהרות מוקדמות
לגבי שימוש אסור בחומרים שונים. בסופו של דבר, לאחר הפקת לקחים מאוחרים,
לעתים מאוחרים מדי, השימוש בחומרים אלה הוגבל או הופסק**

חלק ב'

מאת מהנדס דוד זיו

סגן מנהל מרכז מידע,
המוסד לבטיחות ולגיהות

כדוריות דם לבנות, אדומות וטסיות) בקרב נשים, אשר עסקו בייצור צמיגים לאופניים.
בצרפת - דיווחים ראשונים על אנמיה בקרב גברים צעירים, אשר עסקו בניקוי יבש.
1926 - גרינברג ועמיתיו במחקרם מגלים ספירת תאי דם לבנים נמוכה באופן חריג בעובדי בנזן.
1928 - דלורה ובורגמנו מפרסמים מקרה ראשון של לוקמיה שנגרמת מבנזן.
1939 - כמה חוקרים ממליצים על החלפה של בנזן בממסים אחרים, אך ההמלצה לא מיושמת.
1946 - אגודת הגיהותנים האמריקאים (ACIGH) ממליצה לקבוע גבול עליון לחשיפה של 100 ppm, על אף שהיו מקרים של הרעלת בנזן ברמת חשיפה של 25 ואף של 10 ppm.
- הומלץ להקטין את רמת החשיפה ל-50 ppm.
- בהמשך, הורדה רמת החשיפה ל-35 ppm.
- אגודת הגיהותנים האמריקאים (ACIGH) ממליצה לקבוע רמת חשיפה של 25 ppm.
בשנים 1950-1960 - דיווחים על חוסר זהירות של עובדים שנחשפו לבנזן, בחלקים רבים של העולם. גרמו להשלכות קטלניות.
1977 - פורסם המחקר הראשון, הקושר חשיפה של עובדים לבנזן ללוקמיה.
1978 - בארה"ב הוצא הבנזן ממוצרים המיועדים לצרכנים - באופן וולונטרי.
1987 - רמת החשיפה לבנזן נקבעה ל-1 ppm; קיימת הערכה שהאיחור ביישומה גרם ל-200 מקרי מוות בארה"ב.
1996 - מחקרים מראים שמחלות מקושרות לבנזן מרמת חשיפה של 1 ppm ומעלה.

אסבסט

האסבסט נמצא בשימוש נרחב, למרות היותו ידוע כחומר בעייתי, ושימושי רבים. לאורך השנים, נצפו אנשים שנפגעו ממנו, אך למרות האזהרות המשיך השימוש בו. גם בישראל, כמו בעולם, נאסר השימוש באסבסט בבנייה חדשה ובשימושים נוספים.
בשנת 1999 בוצע מחקר בבריטניה אשר אחד ממרכיביו כלל ניבוי של מספר הנפטרים ממזותליומה (סרטן הנגרם מחשיפה לאסבסט), בהשוואה לכמות האסבסט שיובאה לבריטניה.

התראות ראשונות על נזקי קרינה (x, רדיואקטיבית) הופיעו כבר בשנת 1896. ההתראה המהימנה הראשונה על נזקי האסבסט הופיעה כבר בשנת 1898, ואילו התראות ראשונות על נזקים הנובעים משימוש בבנזן הופיעו החל משנת 1897, ויש הטוענים שהסימנים נראו עוד קודם לכן. PCBs (ביפניל רב-כלורתי) סונתזו לראשונה בשנת 1881, וכבר בשנת 1899 זוהה מצב פתולוגי - מחלת עור כואבת שפגעה באנשים.

שימוש בחומרים שונים בנזן

הבנזן נמצא בשימוש נרחב, למרות היותו ידוע כחומר בעייתי. בין השנים 1910-1914 נעשה השימוש העיקרי והראשוני בבנזן כממס בתעשיית הגומי. במהלך מלחמת העולם הראשונה, גדל הביקוש לטולואן (Toluene) לייצור חומר נפץ, והבנזן שימש כממס תחליפי לטולואן וייצורו גדל מאוד. השימוש המורחב בבנזין בתעשייה לאחר המלחמה הוביל לשימוש מוגבר בבנזן כממס בתעשיית העור המלאכותי, מוצרי הגומי, ייצור הדבק, ייצור כובעים, הדפסת סיבוב, צבע, דבקים, ציפויים, ניקוי יבש ובייצור מכוניות, כחומר גלם בתעשייה הפטרו-כימית, במוצרי נפט ובדלקים מנועיים, ושימושים רבים נוספים. לאורך השנים נצפו אנשים שנפגעו ממנו, אך למרות האזהרות, נמשך השימוש בו.

שימושים עיקריים של בנזן:

- ממס בתעשיית הגומי
- משמש בייצור יריעות דמויות עור
- הופיע בשימוש נרחב בייצור חומרי נפץ במלחמת העולם הראשונה
- תעשיית ההדפסה - בתי דפוס
- צבעים
- דבקים
- ציפויי פלסטיק, גומי סינתטי (פוליסטירן - בוטאדיאן), שרפים סינתטיים, סיבי ניילון(6)
- ניקוי יבש
- נמצא בדלק

אזהרות ראשונות שעלו לאור השנים והפעולות שנקטו (חלקי)

שנת 1897 שוודיה

דיווחים ראשונים על אנמיה אפלסטית (מוח העצם אינו מייצר

ממשתמשי האסבסט ומחולי הסרטן.

1982-1989 - לחץ של התקשורת בבריטניה, האיגוד מקצועי וגורמים אחרים הוביל להידוק הבקרה על היצרנים והמשתמשים של אזבסט, ולמציאת תחליפים.

1998-1999 - באירופה ובצרפת נאסרה כל צורה של שימוש באסבסט.
2000-2001 - קנדה ערערה בפני ארגון הסחר העולמי נגד האיסור בצרפת ובאירופה על שימוש באסבסט. האיסור הוקפא, אולם בהמשך נדחה.

קרונה

מאז גילוי הקרונה המייננת, לפני קצת יותר ממאה שנה, הוערך כי חשיפה גלויה ללא הגנה מתאימה פוגעת ועלולה לגרום לתופעות מזיקות, אפילו למוות. עם זאת, ההתרגשות הכללית בקהילה המדעית מהגילוי, לעתים בלתי הולמת (מוגזמת), והפרסום הרב בעקבות תגליות אלה, לא נתנו משקל רב לפגיעה בבריאות, במיוחד לטווח הארוך. הערך האבחוני והטיפול הרפואי הגבוה של צילומי רנטגן ורדיו-איזוטופים גרם לכך שאמצעי הזהירות הוזנחו, ועברו כמה עשורים עד שננקטו אמצעי זהירות ובקרה מספקים להגנה מפני חשיפת הציבור והעובדים לקרונה. אמצעי הזהירות התפתחו לאטם ככל שנצבר יותר ידע על תהליכי האינטראקציה בין קרונה לרקמות ביולוגיות, אך הידע לעתים קרובות פיגר אפילו אחרי עדויות ברורות להשפעה מזיקה.

שינויים שחלו במהלך 70 השנים האחרונות גרמו להמלצות מגבילות יותר למניעת חשיפה לקרונה; אפילו ב-20 השנים האחרונות אנו מגלים שהסיכון גדול פי ארבעה עד חמישה מכפי שחשבו עד כה. שינויים במהלך 70 השנים האחרונות להמלצות על חשיפה לקרונה היו בדרך כלל מגבילים יותר; עם זאת, אמצעי הזהירות לא תמיד הצליחו לאזן כראוי בין הסיכון והתועלת הנובעים מהקרונה. כדי להבין ולנתח את התפתחות אמצעי ההגנה מפני הקרונה, יש צורך לחזור לאחור יותר ממאה שנה.

במקרה של קרונה, הנובעת משימוש ברדיו-איזוטופים, היה יישום עקרון הזהירות המונעת אטי אפילו יותר, כיוון שרק בשנת 1920 בערך התברר כי נחוץ לנקוט אמצעי זהירות.

אזהרות ראשונות שעלו לאורך השנים והפעולות שנקטו (חלקי):

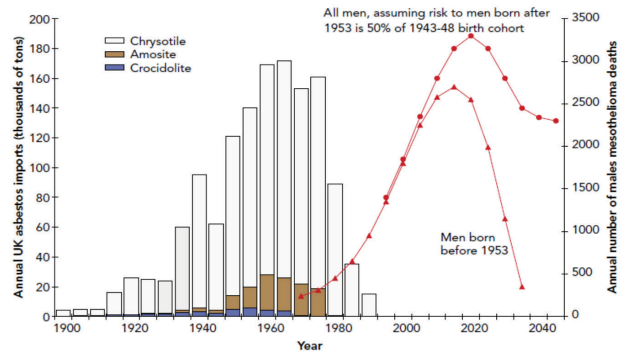
1896 - דיווחים על פגיעות כתוצאה מחשיפה לקרונה, שנתקבלו מאדיסון (ממציא נורת הלהט), טסלה (שעל שמו קרויות יחידת מידה מגנטיות) וגרוב (הראשון שהשתמש בקרני רנטגן לטיפול בסרטן).
1899 - עיתונאי ניו יורקי קרא לרישוי הרדיוגרפיה והזהיר מפני פגיעות של קרני X.

1904 - עוזר של אדיסון נפטר כתוצאה מסיבוכים, שנבעו מקרונה מסיבית על העור.

1904 - רופא שיניים מהרווארד וילאם רולינס פרסם אזהרות רבות על סיכונים הנובעים מקרנית X, כולל המלצות מנע לרדיולוגים, לפציינטים ולנשים הרות.

1913 - פרסום ראשון של חוקים והמלצות לא מחייבות להגנת הרדיולוגים על ידי האגודה הגרמנית לרדיולוגיה.

1924 - רופא שיניים ניו יורקי תאודור בלום זיהה פגיעות בלסת אצל מציירי חוגות וטבעות של שעוני יד, שהשתמשו בצבע המכיל רדיום, אולם ייחס זאת לפוספור.



UK asbestos imports and predicted mesothelioma deaths

Source: Peto, 1999

[למרבה הצער, על פי סטטיסטיקת מקרי המוות המשווים לגורמי עבודה, המופיעה באתר HSE (הבריטי), מידת הדיקו בניבוי של הגרף מ-1999 גבוהה, ולראיה - מספר האנשים שאכן נפטרו בבריטניה כתוצאה ממוזותליומה בשנת 2017 תואם את נתוני התמותה שהגרף מנבא]

זוהו כ-100 שימושים עיקריים של אסבסט:

- כיסוי גגות
- חומרי בידוד מחום, כגון זה של צנרת
- שילוב בביגוד כבאים
- רפידות לבלמים
- צנרת למים
- ועוד.

אזהרות ראשונות שעלו לאורך השנים והפעולות שנקטו (חלקי):

1898 - בבריטניה, מפקחת תעשייה הזהירה מפני הסיכונים המזיקים של אבק האסבסט וכינתה אותם "evil effects" (אפקט השטן).

1906 - דוח תעשייתי מצרפת מדווח על מוות מסיבי אסבסט של 50 עובדות בתעשיית הטקסטיל, וממליץ על פיקוח.

1911 - קיים יסוד סביר לחשש מחשיפה לאבק אסבסט, כתוצאה מניסויים בעכברים.

1911 ו-1917 - מחלקת המפעלים בבריטניה אינה מוצאת ראיות מספיקות המצדיקות פעילות נגד חשיפה לאסבסט.

1918 - חברות ביטוח בארה"ב מסרבות לבטח עובדי אסבסט בגלל ההנחה של עבודה בתנאים מזיקים.

1930 - ארגון Merewether בבריטניה דיווח ש-66% מעובדי מפעל Rochdale, העובדים תקופה ארוכה, חלו באזבסטוזיס.

1931 - תקנות האסבסט בבריטניה קובעות בקרה על חשיפה לאבק אסבסט בתעשייה בלבד ופיצוי עבור אלה שחלו באזבסטוזיס, אבל עם אכיפה חלשה.

1935-1949 - דיווחים על סרטן ריאות בקרב העובדים בתעשיית האסבסט.

1955 - Richard Doll מצא שבקרב עובדי מפעל Rochdale הסיכוי לחלות בסרטן הריאות עולה פי 10 על הסיכוי באוכלוסייה הכללית.

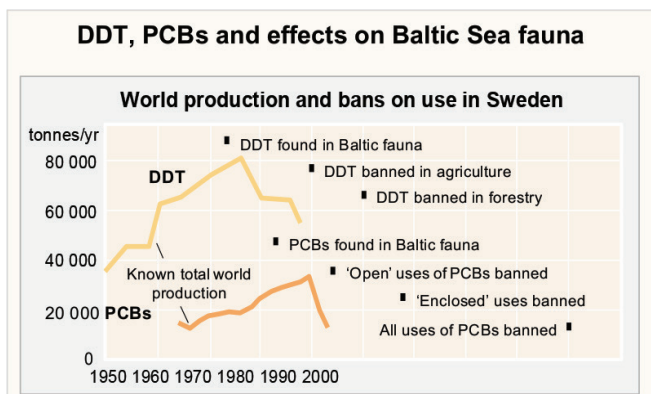
1959-1960 - סרטן המזותליומה מתגלה בעובדים ובציבור בדרום אפריקה.

1962-1964 - סרטן מזותליומה מתגלה בעובדי אסבסט, בקרובים, בשכנים וב"עוברי אורח" בבריטניה ובארצות הברית.

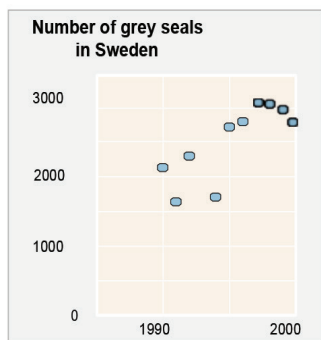
1969 - החמרה באכיפת תקנות האסבסט בבריטניה, אך התעלמות

האזהרה הראשונה על כך ש-PCB הופך להיות בכל מקום בסביבה, הגיעה מסוון ינסן, חוקר במכון לכימיה אנליטית בשוודיה, בשנת 1966, בעת שעבד על DDT וגילה מולקולות לא ידועות בשרירים של נשרים בעלי זנב לבן בים הבלטי, בשוודיה. הרמות היו גבוהות במידה ניכרת אצל הנשרים שאוכלים את דגי הים מאשר בדגים עצמם, שנאספו מאותם אזורים. ינסן הגיע למסקנה כי המולקולות אינן מתפרקות בקלות והן נשארות ברקמות. המולקולות / הכימיקלים המסתוריים היו עמידים ביותר בפני התמעטות. כמו כן, הם לא הושפעו אפילו כשהורתחו בחומצה גופרתית מרוכזת. נדרשו שנתיים נוספות של מחקר כדי להוכיח שמדובר ב-PCB. בשנת 1969 פרסם ינסן את ממצאיו (Jensen et al., 1969), שהראו ריכוזי PCB גבוהים להפליא בחלק גדול מהחי בים הבלטי (בתרשימים שלהלן). PCBs חדרו לסביבה בכמויות גדולות במשך יותר מ-37 שנים והצטברו לאורך שרשרת המזון.

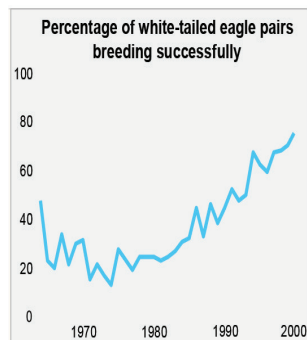
השפעת ה-PCB וה-DDT על עולם החי בים הבלטי



ייצור עולמי והשפעת האיסורים בשוודיה



קורלציה ישירה בין התמעטות מספר כלבי הים ו-PCBs בים הבלטי



קורלציה ישירה בין אחוז הצלחת הרבייה (מספר זוגות ביצי הרבייה) של נשרי הים ו-PCBs בים הבלטי

שימושים עיקריים של PCB:

- שמן בידוד לשנאים ולקבלים
- שמן תרמי
- שמן הידראולי
- ביצור PVC
- צבעים
- דבקים
- שמנים לתעשייה
- נייר העתקה
- שמן טבילה (טבול בשמן)
- אטמים לבנייה

1925-1929 - פתולוג אמריקאי הריסון מרתלנד מניו גרזי זיהה שרדיום גרם לסרטן בעצם הלסת אצל מציירי חוגות וטבעות.

1928 - הוקמה הוועדה הבין-לאומית להגנה מקרינת X ורדיום: מאוחר יותר הפכה לוועדה הבין-לאומית להגנה מקרינה רדיולוגית (ICRP).

1934 - דיווחים (על ידי קולוול ורוס) על מותם של יותר מ-200 רדיולוגים מקרינה ומסרטן.

1949 - הוועדה הבין-לאומית להגנה מקרינה רדיולוגית (ICRP) מסכמת כי אין רמת סף למינון להשפעה על סרטן, כאשר אופטימיזציה בכל רמה היא קריטית.

1958 - דווח (על ידי גב' אליס סטיוארט) שהקרנת נשים בהיריון במינון נמוך של קרינת X גרמה ללוקמיה לילדיהם, דבר שלא התקבל עד שנות השבעים.

1961 - בבריטניה פורסמו תקנות המכסות שימוש בחומרים רדיואקטיביים.

1977 - הוועדה הבין-לאומית להגנה מקרינה רדיולוגית (ICRP) מעדכנת את המלצותיה להגנה מקרינה וקושרת את הגובה ואת רמת המינון לסיכון.

1988 - בבריטניה פורסמו תקנות להגנה על אנשים העומדים בפני הקרנה לצרכים רפואיים.

1990 - הוועדה הבין-לאומית להגנה מקרינה רדיולוגית (ICRP) מציינת בפרסום מס' 60 שלה שהסיכון לסרטן העלול להיגרם מקרינה גדול פי 4-5 מההערכה בשנת 1977, ולכן מוקטנת מגבלת החשיפה התעסוקתית למינון של 20mSv לשנה.

1996 - פורסמה דירקטיבה אירופית מס' EURATOM/96/29, הקובעת סטנדרטים בסיסיים להגנת העובדים והציבור מפני נזקי קרינה מיינת.

PCBs (ביפניל רב-כלורתי)

PCBs (ביפניל רב-כלורתי) הם תערובות של כימיקלים אורגניים סינתטיים עם כלור, שעברו סינתזה לראשונה במעבדה בשנת 1881, בעלי אותו מבנה כימי בסיסי ותכונות פיזיקליות דומות, הנעות בטבע מנוזלים שומניים למוצקי שעווה. ייצור המוני של PCBs לשימוש מסחרי החל בשנת 1929. כבר בשנת 1899 זוהה מצב פתולוגי בשם chloracne, מחלת עור כואבת ומעוררת, אשר פגעה באנשים המועסקים בתעשייה הכלורנית. 37 שנים חלפו בטרם הפכו PCBs לנושא ציבורי מרכזי והוכרו כמזהמים סביבתיים וכסכנה לבעלי חיים ולבני אדם. ייצור בקנה מידה גדול ברחבי העולם, ובמיוחד במדינות מזרח אירופה, נמשך עד אמצע שנות השמונים. PCBs הם הדוגמה הברורה הראשונה לחומר שלא התפזר במכוון לסביבה, אך בכל זאת הפך לנפוץ והצטבר לריכוזים ביולוגיים גבוהים בגופם של בעלי חיים.

PCBs שימשו בעיקר בציוד חשמלי, כגון קבלים ושנאים, בגלל תכונות הבידוד שלהם והתנגדות לטמפרטורות גבוהות. עם השנים, גדל מספר השימושים ב-PCB וכלל שימוש כנוזלים במחליפי חום (כגון דוד חימום למים, רדיאטור, מתקני בישול תעשייתיים), כנוזלים הידראוליים, כמרכיבים בפלסטיק PVC, צבעים, דבקים, חומרי סיכה, נייר העתקה ללא פחמן וכשמן טבילה למיקרוסקופים. חומרי איטום המכילים PCBs היו בשימוש נרחב לבנייה ולשיפוץ מבנים. בין השנים 1929-1988 היה סך הייצור העולמי של PCB (למעט ברית המועצות וסין) 1.5 מיליון טון.

מקור: "Will time heal every wound" (Bernes, C., 2001)

אזהרות ראשונות שעלו לאורך השנים והפעולות שנקטו (חלקי):

- <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578e.pdf>
- Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000 Environmental issue report No 22 European Environment Agency
- The Precautionary Principle: Policy and Application United Kingdom Interdepartmental Liaison Group on Risk Assessment (UK-ILGRA) HSE
<http://www.hse.gov.uk/aboutus/meetings/committees/ilgra/pppa.htm>
- Environmental protection and the precautionary principle: a response to scientific uncertainty in environmental management Warwick Gullett University of Wollongong Faculty of Law, Humanities and the Arts
- Science for Environment Policy The precautionary principle: decision-making under Uncertainty (2017) European Commission
- Considerations on the application of the Precautionary Principle in the chemicals sector Final Report - Milieu Ltd, the T.M.C. Asser Institute and Pace for DG Environment of the European Commission under Study August 2011
- Occupational Health and Safety and the Precautionary Principle Collective Bargaining Language Ontario Federation of Labour - OFL/ ETO – JULY 2007
- The Precautionary Principle and Radiation Protection RISK: Health, Safety & Environment (1990-2002) Volume 13 / Number 1 March 2002
- The Legacy of the Precautionary Principle in US Law: The Rise of Cost-Benefit Analysis and Risk Assessment as Undermining Factors in Health, Safety and Environmental Protection Nicholas A. Ashford
https://ashford.mit.edu/sites/default/files/documents/C28.%20LegacyOfPrecaution_19.pdf
- Precaution: principles and practice in Australian environmental and natural resource management * Deborah C. Peterson The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 50, pp. 469–489
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-8489.2006.00372.x>
- Precaution: principles and practice in Australian environmental and natural resource management Deborah C Peterson Productivity Commission Presidential Address 50th Annual Australian Agricultural and Resource Economics Society Conference, Manly, New South Wales 8 – 10 February 2006
<http://www.pc.gov.au/research/supporting/precaution/precaution.pdf>
- ECHA - European Chemicals Agency
<https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>
- An Integrated Occupational Health and Safety Strategy for Ontario Submission to the Ministry of Labour May 2013 Ontario Federation of Labour (OFL) ■

1899 - התפרצות של נגעים (Chloracne) בעור. זוהתה אצל עובדים בתעשייה עם כלור אורגני (chlorinated organic).

1929 - תחילת ייצור המוני של PCB לשימוש מסחרי.

- נגעים (Chloracne) ונזקים בכבד נמצאו בעובדים נוספים.

1937 - בניסויי חשיפה ל-PCB שנעשו על עכברים, נמצאו נגעים ונזקים בכבד. התוצאות לא זכו לתשומת לב קובעי המדיניות, אך הן הרגולטורים והן התעשיינים נעשו מודעים לחששות סביב PCB.

1966 - ינסן, שחקר DDT, גילה מולקולות בלתי ידועות בשרירים של נשרי ים בשוודיה. רק בשנת 1969 הוא היה מסוגל להוכיח שהיו אלה PCBs.

- ביפן הורעלו 1,800 אנשים שאכלו אורז שהשמן בו זוהם ב-PCB (במפעל היצרני שימש כשמן תרמי לחימום שמן המאכל), כתוצאה מדליפה בצינור חימום. הומצאה מילה יפנית חדשה: Yusho - מחלת שמן האורז, מה שהוביל לפרסום אזהרה ראשונה כי PCBs מזיקים לבני אדם.

1970 - נמצאו אריות ים מעוקרים עם רמות גבוהות של PCBs בשלוש דוגמאות שונות.

1972 - שוודיה אסרה שימוש ב-PCB במערכות פתוחות.

1976 - חוק אמריקאי, "פיקוח על חומרים רעילים", התיר שימוש ב-PCB רק במערכות סגורות לחלוטין.

1979-2000 אנשים הורעלו שוב, בטייוואן, על ידי שמן אורז מזוהם (ראו לעיל, שנת 1968). מחקר מעקב הראה כי 25% מילדים שנולדו לאימהות שהורעלו, נפטרו לפני גיל ארבע שנים.

1980 - הוכחות לזיהום חלב אם ב-PCB.

1990 - אובחנו פגיעות מוחיות והשפעות על ה-IQ של העוברים, כאשר נשים בהיריון אכלו מזון דיאטטי שהיה מזוהם ב-PCB. כתוצאה מכך, הטוקסיקולוגיה מייצגת פרדיגמה חדשה עבור רעילות.

1996 - דירקטיבה אירופית קובעת להפסיק את השימוש עד שנת 2010.

1999 - מזון עוף מזוהם עם PCBs נמצא בבלגיה.

לסיכום: מהדוגמאות לעיל ניכר כי חומרים אשר נחשבו למועילים נמצאו במהלך השנים כמזיקים, הן לאדם והן לסביבה, בצורה זו או אחרת. בחלקם הופסק השימוש (PCB), ואחרים עדיין נמצאים בשימוש תחת מגבלות שונות.

מקורות:

- Communication from the Commission on the precautionary principle /* COM/2000/0001 final */ EUR-Lex - EU law
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3A132042>
- Guidelines for Applying the Precautionary Principle to Biodiversity Conservation and Natural Resource Management As approved by the 67th meeting of the IUCN Council 14-16 May 2007
http://cmsdata.iucn.org/downloads/ln250507_ppguidelines.pdf
- The Precautionary Principle World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST) Published in 2005 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization