

ראיות מדעיות – סיכום המחברת לבחינה

מבוא

מערכת החוקים בתחום הפלילי והאזרחי מלאה בהגדרות מדעיות – פקודת הסמים, נהיגה בשכרות, חוק למניעת מפגעים וכו'.

בתי המשפט מייחסים חשיבות רבה מאוד לראיה המדעית, בשל הדעה הרווחת שהיא לא ניתנת לשינוי או להתייחסות אובייקטיבית. קל יותר לשכנע בראיות פיזיקליות כמו טביעת אצבע, DNA, זרע, סיבי בגד מאשר בעדות של עד שיכול לטעות. העד המומחה, שמצג את הראיה המדעית, מקל על בית המשפט להגיע להכרעה.

חמו נ' מ"י – הרשעה במחוזי של פורץ לפי סימני כלים – השוואת הסימנים בזירה לסימנים שהשאר פלייר שנתפס ברשות החשוד. בית המשפט פסק לגבי עדות העד המומחה שעדותו היא ככל העדים, ובית המשפט יכול לבחון ולבקר את העדות.

ראיה פיזיקלית/מוחשית – כל האובייקטים החפציים שיכולים לבסס את העובדה שבוצעה עבירה או יכולים לספק קשר בין העבירה והקורבן או בין העבירה והמבצע.

טיפול בראיה מדעית – שלושה מישורים:

מישור טכני:

1. **שרשרת ראיות** – קשר ראייתי בין הראיה החפצית לבין המשפט. הוכחת הקשר מוטלת על התביעה – כל העברה של הראיה מא' לבי' חייבת להיות רשומה במסמך. אם השרשרת ניתקת, משקלה של הראיה פוחת. בית המשפט חייב להשתכנע כי הראיה המוצגת בפניו היא אותה הראיה שנתפסה בזירה. פגיעה בשרשרת הראייתית זו טענת הגנה, על התביעה להוכיח שקיימת שרשרת שלא ניתקה.

2. **האם הבדיקה בוצעה כהלכה?**

א. תקינות המכשור המעבדתי.

ב. האם האיסוף בוצע כהלכה? ללא זיהומים.

ג. מיומנות הבודק – מהו נסיונו.

ד. האם כותב חוות הדעת נחשב למומחה ע"פ אמת מידה משפטית?

מישור מדעי-משפטי:

1. האם הבדיקה נעשתה בשיטה מדעית מהימנה.

2. האם השיטה המדעית שנבחרה יכולה לתת תשובה לשאלה?

3. גישת הקהילה המדעית וכללי הפסיקה – ביקורת שיפוטית.

4. האם תוכן חוות הדעת של המומחה נתמך ע"י עולם המדע?

מישור שלישי – טיפול בראיה המדעית:

משמעות המסקנה המדעית או פרשנות התוצאה – האם התוצאה המתקבלת היא חד ערכית?

False Positive – מצב שבו ניתנת תשובה חיובית בבדיקה, אבל שגויה מבחינה עובדתית. מע' המשפט חוששת ממצב זה כי הוא יכול להביא להרשעת אדם חף מפשע.

האם המערכת הנסיונית ספציפית ורגישה רק לחומר הנבדק או שניתן לקבל תגובה זהה או דומה גם מחומרים אחרים. דוגמאות ל-False Positive:

1. **מקרה השישה מברמינגהם** – בדיקת גרייס לגילוי חומר נפץ, רגישה לניטריטים.

2. **בדיקת הירוסול להירואין** – יכולה לתת תוצאה חיובית שגויה.

3. **שרידי ירי מהפיקה** – ניתזים על ידי היורה, אנשים הורשעו לפי המצאות חלקיקי ירי. הבעיה – גם אקדח מסמרים משאיר שרידי ירי.

4. **הגדרת מצב שכרות** – בבדיקת דם שנערכת מס' שעות לאחר תאונה אדם נמצא שיכור. אין הדבר מעיד על כך שהיה שיכור לפי ההגדרה החוקית בעת התאונה (עקומת ריכוז האלכוהול בדם).

זירת העבירה

זירת העבירה – המקום שבו התרחש אירוע מסוים ומיקום הראיות החפציות בו.

העקרון הבסיסי – אדם המבצע מעשה במקום מסוים, משהו מהמקום נשאר על האדם, ומשהו מהאדם נשאר על המקום. אדם משאיר אחריו סיבים, רוק, ט"א, דנ"א, טביעות רגליים וכו'.

דוגמאות לראיות פיזיקליות בזירה:

דוגמאות ביולוגיות – דם, זרע, זיעה, שתן, רוק.

סמים, חומרי נפץ, סיבים, ט"א, כלי נשק ותחמושת, זכוכית, תוצרי נפט (במקרה של הצתה), צבע קיר או מכונית.

סימני הטבעה – נעליים, רגליים, צמיגים, כפפות, שיניים.

שערות.

שיירי אבקות

מספרים סדרתיים – אקדחים, מנועים.

סימני כלים, אדמה ומינרלים.

קיים משולש בין הזירה, המבצע והקורבן. החוקר צריך למצוא את הקשרים בין הגורמים האלה. חשוב לשמר ולתעד את הממצאים בזירה כי הם הולכים לאיבוד עם חלוף הזמן. חשוב להגן על הראיות המדעיות מפני ריקבון או זיהום – לדוגמה דם חייב להיות מיובש או מוקפא. הראיות המוחשיות נותנות בשלב התחלתי סיוע לגורמי החקירה – איזה סוג חשוד לחפש, לדוגמה – סכין מטבח – דקירה פוצעת גם את הדוקר, הוראה לחפש אדם עם חתך בידו. חוקר זירת העבירה מסתובב בזירה ומנסה להבין מה התרחש בה, מה לא נמצא במקומו. **נזק ראיתי** – המטרה יכולה לגרום לנזק ראיתי ע"י השמדת ראיות או אי עשיית דבר שיכלה לעשות, זה פועל לטובת הנאשם.

דוגמאות:

מקרה סימפסון – דגימות הדם נשמרו בשקיות ברכב בשמש שעות רבות, הדם התפרק כתוצאה מפעילות החיידקים.

שקולניק – נאשם בירי באדם כפות. נשמע צרור יריות אחד, אבל בגופה נמצאו שתי סדרות של פגיעות, תחתוני הקורבן אבדו במשטרה ולא ניתן היה לבדוק חלקיקי ירי כדי לקבוע מרחק ירי, לא נרשמו מיקומי תרמילים בזירה.

עקרונות העבודה בזירת העבירה:

- הגדרה, אבטחה ובידוד הזירה.** כל אדם שנכנס לזירה יכול לפגוע בראיות ולזהם אותן. מקרה ענת אלימלך – קרובי המשפחה של הרוצח נכנסו לזירה ושינו אותה, העבירו את האקדח מידו לידה. לפי **הפרופרינט** – עקבות הברזל על יד היורה וראיות נוספות הצליחה להוכיח המשטרה שהוא ירה. **בעייתיות בהגדרת הזירה** – אם רחבה מדי יהיה קשה לשמר אותה, אם צרה מדי חלק מהממצאים יהיו מחוץ לזירה המוגדרת וראיות יאבדו.
- הנצחת הזירה** – לחוקרים יש זמן קצוב לעבוד על הזירה, לכן יש חובה להנציח את הזירה באופן מהימן. יש לכך שתי מטרות: 1. ניתן להמשיך ולעבד את ממצאי הזירה גם במועד מאוחר יותר. 2. הצגת הזירה על ממצאה בבית המשפט. **פכ"מים** – פרטי חקירה מוכמנים, לא מפורסמים בתקשורת כדי שהמשטרה תוכל לאמת הודאת חשוד מול הממצאים בזירה. **דרכי הנצחת הזירה:**
שרטוט – תמיד בקנה מידה, במבט על, שימחיש את גודל החפץ ומיקומו ביחס לזירה.
צילום והסרטה וידאו – תמיד מהכלל אל הפרט, מהחוף פנימה כדי ליצור התמצאות בזירה. צילום של ממצאים יעשה תמיד עם סרגל קנה מידה או חפץ מוכר אחר לקנה מידה. ליד כל ממצא – שלט עם מספר המוצג, אין להזיז חפץ בזירה לפני שתועד. בתיעוד יש להתחשב בחיפוש הממצאים, בהגדרת הזירה ובשחזור סדר האירועים. יש סתירה פנימית – רק לאחר הגדרת הזירה ניתן לחפש ממצאים, אבל קשה לאתר ממצאים אם לא יודעים את סדר ההתרחשויות, שאותו ניתן ללמוד מהממצאים.
- לימוד זירת העבירה** – כוון כניסת קליע לזכוכית לפי הקונוס, הצד הצר תמיד הצד שממנו הגיע הכדור. צורת כתמי דם משמשת לזהות את מסלול הליכתו של האדם בזירה, טיפות זעירות ניתזות במקום הפגיעה. שרטוט סכמתי של האירועים בזירה – משרטט את כיוון הליכתו של האדם בזירה.
- חיפוש בזירת העבירה** – באופן שיטתי – קונצנטרי, שתי וערב. **אמצעי חיפוש:** מנורת UV, גלאי מתכות, שואב אבק לאיסוף מוצגים. החיפוש יהיה תמיד לפי אופי הזירה – בזירת אלימות עם נשק חם נחפש את הנשק, התרמילים והקליעים. בכל זירה יש לחפש ט"א, בפריצה נחפש סימני כלים. חיפוש ראיות על אדם – בכובע, שרוכי נעליים, קפלי בגד, סוליות נעליים, חגורה, כיסים, ציפורניים.
- איסוף ואריזה של הראיות המוחשיות** – באופן שימנע כל שינוי בין מועד התפיסה לבין הבדיקה במעבדה. השיטה הטובה ביותר היא לשמור את הראיה בסביבתה הטבעית. אין להפריד בשטח בין דם, שיער, סיבים או אדמה. כל פריט שונה או פריט ממקום אחר חייב להיארוז בנפרד. התאמת האריזה לסוג הראיות כדי למנוע שבר, קריעה, זיהום וכו'.
- זיהוי והשוואה** – זיהוי בא לקבוע את הקשר הפיזיקלי או הכימי של חומר בדרגה אבסולוטית מירבית. לדוגמה – זיהוי חומר כהירואין. השוואה – בין חפץ חשוד לבין דוגמה או ביקורת כדי לקבוע מקור משותף או מגע. בקליעים – משווים בין הקליע בגופה לבין קליע שנורה מאקדח שנתפס בזירה בתנאי מעבדה כדי להשוות בין הסימנים.

המיקרוסקופ

מכשיר אופטי העושה שימוש בעדשות או קומבינציה של עדשות ע"מ להגדיל ולחשוף את הפרטים העדינים של החפץ הנבדק.

גלים אלקטרו מגנטיים הם סוג של אנרגיה. אורך גל הוא המרחק בין שני שיאים.

מחזור – מקן האמצע לקו האמצע. מס' המחזורים נקרא תדירות. ככל שאורך הגל גדול יותר, כך התדירות קטנה יותר ולהיפך.

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

אורך הגל – λ (למדה בלטינית) נמצא ביחס הפוך לתדירות (F). (C = מהירות האור).

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

גל חשמלי וגל מגנטי מאונכים זה לזה ומהווים את הגל האלקטרומגנטי שנוע במהירות האור. **הספקטרום האלקטרומגנטי** – מאופניים בגלים בעלי אורך גל משתנה או בעלי תדירות משתנה. **קרני גמא** – קצרות מאוד באורך גל, חדירות אדירה, קרינה שמשחררת בפיצוץ גרעיני.

קרני X – רנטגן, חדירות קטנה יותר.

על סגול – UV – משמש לזיהוי סיבים בזירה.

התחום הנראה – קטן מאוד בספקטרום, הגלים שהעין מסוגלת לראות. בין 4000 אנגסטרם ל-7000, מהסגול עד לאדום.

אינפרא אדום – לא נראה בעין, מופק מגופים לוהטים.

מיקרו גל – משמש במכשירי מיקרוגל ובטלפונים סלולריים.

גלי רדיו – התחום הרחב ביותר, מופק ממעגלי תנודה חשמליים.

זווית ראייה – זווית בין קצוות של עצם מסוים, כפי שהיא נראית מהעין. המרחק הקטן ביותר שאפשר להבחין בו מוגבל ע"י העין ומתאים לזווית של 1/200 המעלה. כדי לראות פרטים עדינים יותר עלינו לקרב את העצם לעין על מנת להגדיל את זווית הראייה.

כושר הפרדה – היכולת האנושית להפריד בין נקודות על רשתית העין. העין לא מסוגלת בד"כ להתמקד על עצמים שמרחקם מהעין נמוך מ-15 ס"מ. המיקרוסקופ מתגבר על בעיה זו באמצעות עדשות, מגדיל את זווית הראייה.

זכוכית מגדלת – עדשה קמורה, השוברת את קרני האור כך שהעצם נראה גדול יותר. ההגדלה המקסימלית של זכוכית – פי 200. כדי לעלות מ-200 יש להשתמש במספר עדשות מגדילות.

מיקרוסקופ מורכב משתי עדשות:

אוקולר – עדשת העין – קרובה לעין המתבונן.

עדשת אובייקטיב – קרובה לחפץ הנבדק.

מקבלים הגדלה כפולה של החפץ הנבדק – **מכפלת עדשת האוקולר בעדשת האובייקטיב.**

מיקרוסקופ אור עובר – משמש לבדיקה של דגימה ביולוגית, המראה תהיה מתחת לאובייקט.

מיקרוסקופ אור חוזר – בדגימה שלא מעבירה אור.

קונדנסר – עדשת ריכוז האור, נמצאת מתחת לאובייקט.

מונוקולאר – מיקרוסקופ שמתסכלים בו עם עין אחת.

בינוקולאר – מיקרוסקופ שמתסכלים בו עם שתי עיניים.

עומק השדה – היכולת של העין לקלוט דברים בפקוס שלא נמצאים במישור אחד. ככל שעומק השדה גדול יותר, ניתן לראות במיקרוסקופ עצמים במישורים שונים בפקוס, המיקרוסקופ איכותי יותר.

רוב העבודות הפורנזיות נעשות בעדשות אוקולר של 10X ואובייקטיב של 4, 10, 40 או 45.

סוגי מיקרוסקופים:

מיקרוסקופ משווה – משמש להשוואה בין שני חפצים כשאחד צמוד לשני, כמו סימנים כלים, קליעים, תרמילים. שתי מערכות של עדשות אובייקטיב שמחוברות בגשר אופטי לבינוקולאר, כל עין רואה אובייקט אחר.

מיקרוסקופ סטריאוסקופי – מורכב משני מיקרוסקופים מונוקולאריים, לכל אחד יש סט נפרד של עדשות ומערכת אופטית, עדשת אובייקטיב משותפת. כל עין רואה את האובייקט מזווית שונה, מתקבל אפקט תלת מימדי.

מיקרוסקופ מקטב – משמש לזיהוי סיבים וגבישים שונים. יש חומרים שיש להם יכולת לשנות זווית של אור מקוטב, כל סוג סיב יעביר אור בצבע שונה.

מיקרוסקופטרופוטומטר – יוצר ספקטרום לצבע האובייקט, מראה איך האובייקט מתנהג עם אורכי גל שונים, כך ניתן לזהות חומרים מסוימים כמו שטרות כסף מזויפים לעומת אמיתיים.

מיקרוסקופ אלקטרוני סרוק SEM – עושה שימוש באלקטרונים ולא באור. כך הוא מתגבר על בעיית ההגדלה של פי 2000. במיקרוסקופ אופטי רגיל, העין לא תבחין בחומרים שהאור הנפלט מהם הוא באורכי גל שלא בתחום הנראה. כדי לראות עצמים קרובים יש לרדת באורך הגל, ולכן לא ניתן להשתמש באור הנראה. אלקטרוני נעים במהירות גבוהה ויש להם אורך גל קצר יותר מגלי האור. ב-SEM ניתן להגיע להגדלה של עד פי 200,000 ויותר.

כשקורן אלקטרוני פוגעת בדוגמה נפלטים ממנה:

1. Backscattered Electrons – אלקטרונים הנתקלים בדוגמה ומוחזרים ממנה. כשעושים להם תמונת הדמיה ניתן לראות את שינויי החומר כמו להבחין בין סגסוגות שונות של מתכות.
2. Secondary Electrons – אלקטרונים שנתקלים באלקטרונים של הדוגמה, מתרחשת דחיה של האלקטרונים. כך נוצרת תמונת תלת מימד של הדוגמה.
3. קרני X – קרן האלקטרונים פוגעת באלקטרונים סביב הגרעין ומאטה את מסלולם, תוך כדי התהליך הם פולטים קרינת X, שנקלטת ע"י ה-SEM. ע"י מידת הפליטה של קרני X ניתן לקבוע את ההרכב הכימי של הדוגמה. לדוגמה – שרידי ירי GSR – נזהה שלושה חומרים: אנטימון, בריום ועופרת.

סימני כלים

בסיס תורת הסימנים – במגע או ניתוק בין שני עצמים, קיים תמיד שינוי מורפולוגי בשטח הפנים באזורי המגע. חלקיקי חומר עוברים בין החפצים. החפץ הקשה יותר יחרוץ את החפץ הרך יותר.

סוגי הסימנים:

1. **סימנים משפחתיים** – צורה כללית או פגם ביצור שממשיים לאפיון כללי בלבד. לדוגמה – לכל הפליירים שיוצרו ביום מסוים יש פגם ביצור.
 2. **סימנים יחודיים** – נוצרים במהלך השימוש, מצטרפים למשפחתיים. יכולים לזהות כלי מסוים יחודי בוודאות גבוהה. לדוגמה – קריעה של בגד או כפתור היא בד"כ יחודית. בארה"ב – השוו סימנים של קריעת שקיות ניילון מגליל כדי להרשיע רוצח סידרתי. הסבירות להמצאות סימן יחודי זהה בשני פרטים שונים היא נמוכה מאוד.
- תפקיד הסנגור – להוכיח שהסימנים שהתביעה מציגה כיחודיים הם סימנים משפחתיים.
- העברת חומרים ההדית בין עצמים – בסיס לתורת השוואת החומרים** – זעזועים מכאניים, שינוי מצב צבירה, שינויים כימיים כתוצאה ממגע – ט"א, טביעות נעליים, צמיגים, סימני כלים, שיניים, הטבעת אריגים בתאונות פגע וברח, מגעים כתוצאה משימוש בנשק חם.

סימני ירי:

- הכדור מורכב מקליע, תרמיל וכרכוב. בתחתית הכרכוב – פיקה. סביב הכרכוב – שקע חליצה. כל מגע של האקדח עם הכדור יותר סימן יחודי על התרמיל ועל הקליע.
- אקדח חצי אוטומטי** – הכדורים מסודרים במחסנית ועולים לבית הבליעה, שם הכדור נקר, מתבצע ירי והתרמיל נחלץ ונפלט. לחיצה קלה על ההדק משחררת קליע.
- אקדח תופי** – הכדורים מסודרים בתוף מסתובב, אין מנגנון שחולץ את התרמילים, שלא נפליטים החוצה, בד"כ לא נמצא תרמילים בזירה. דריכה של הפטיש לאחור או לחיצה על ההדק משחררת קליע.
- רובה אוטומטי** – לחיצה קלה על ההדק משחררת צרור יריות שתלוי בזמן הלחיצה. ניתן לירות גם במצב בודד או חצי אוטומטי – כל לחיצה על ההדק תשחרר יריה אחת.

סימנים במהלך הירי:

1. **סימנים על גבי התרמיל** – **סימני סדן, נוקר, שן חולצת ושן פולטת**. במהלך הירי הכרכוב נרתע לאחור ונלחץ לסדן בלחץ אדיר. הלחץ יוצר הטבעה של מתכת האקדח הקשה על החומר הרך של התרמיל. בית הבליעה גם יוצר סימן על התרמיל.
 2. **סימנים על גבי הקליע** – הקנה מוברז כדי לתת לקליע סיבוב תוך מעופו. המברז יוצר שקעים ובלטים. לכל סוג אקדח יש מברזים שונים. הקוטר של הקנה נמדד בין שני בלטים. ניתן לזהות מאיזה סוג אקדח נורה הקליע לפי הסימנים המשפחתיים. על הסימנים המשפחתיים נוצרים סימנים יחודיים, שתלויים בגרגרי חול ולכלוך באקדח הספציפי עצמו.
- מערכת IBIS** – מכילה אוסף מצולם של קליעים ותרמילים שנאספו בארה"ב מזירות עבירה שניתנים לזיהוי ולהשוואה תוך זמן קצר. יש גם מערכת מדינתית – NIBIN.
- חישוב מרחק הירי** – מהקנה יוצאת הקליע וסביבו עננה בצורת קונוס הפוך של גזים - GSR. ככל שמתרחקים מהקנה, הקונוס גדל עד לקוטר של 30 – 50 ס"מ. ניתן לזהות את מרחק הירי – אם הוא נעשה בהצמדה או מרוחק יותר עד 40 – 50 ס"מ. אם לא נמצא קונוס על מקום הפגיעה, סימן שהירי בוצע ממרחק חצי מטר או יותר.

ניתוח אירוע ירי:

1. זיהוי כלי הנשק – לפי הסימנים המשפחתיים של החריצים בקליע.
2. מיקום הירורה – לפי כיוון הכניסה והיציאה של הקליעים בחפץ צפיד, בנוסף – זיהוי לפי מיקום פליטת התרמילים.
3. תחמושות – קליעים ותרמילים, זיהוי ואבחון.
4. מיקום הנפגע – איפה עמד בעת הירי.
5. טווח הירי – באמצעות חלקיקי הירי.

השאלות שמעניינות את המשטרה באירוע ירי:

- האם החשוד אחז בכלי יריה?**
האם היה כלי יריה בבגדי החשוד?
האם הפגיעה באדם או בקיר היא פגיעת קליע? בודקים את היסודות המתכתיים במקום הפגיעה. נחושת / עופרת יצביעו על פגיעת קליע. לפי צורת הפגיעה ניתן להסיק על כוון מעוף הקליע.
מהו חור הכניסה ומה חור היציאה? בד"כ בחור כניסה – השפתיים שלו בפנים, בחור יציאה – השפתיים בחוץ.
היכן עמדו היורה והנפגע בעת הירי?
 טווח הירי
 זווית הירי
 סוג הנשק
האם הנשק החשוד תקין? זהו אחד מיסודות העבירה – היותו של הנשק תקין.
האם הנשק החשוד ירה את הקליע או פלט את התרמיל שנמצא בזירה – לפי הסימנים על הקליע ועל התרמיל.
 סוג התחמושת
האם הירי במצב בודד או אוטומט?

טביעות אצבע

סוף המאה ה-19 – התחילו באנגליה לאסוף ט"א. הכוונה היא לתמונת הרכסים והשקעים בעור האצבעות, בכף הרגל וברגליים. אלה הראיות החשובות ביותר בזירת העבירה – ניתן להגיע לזיהוי מוחלט וחד חד ערכי של אדם מסוים, בניגוד לדנ"א – זיהוי סטטיסטי.

סר פרנסיס גלטון גילה את עקרונות היסוד של ט"א:

- מאפיין יחודי** – לא נמצאו ט"א זהות במאפייני הרכסים והתלמים. הסיכוי שתהיה זהות בין שני אנשים בט"א – 1 ל-64 מיליארד. ב-100 שנים לא נמצאו שני בעלי ט"א זהות, לרבות תאומים זהים.
נקודת השוואה – ההשוואה בין ט"א נעשית ע"י נקודות השוואה, שצריכות להיות במקום הנכון ביחס לנקודות השוואה אחרות (נקודות השוואה רצופות). בט"א ממוצעת יש 150 נקודות השוואה. בט"א שנתפסת בזירה יש פחות נקודות כי הטביעה מרוחה לעיתים או מחוקה חלקית. כדי לקבוע זהות דרושות בין 8 ל-16 נקודות. מעשית ע"פ 12 נקודות ניתן לבסס השוואה.
- צורת הרכסים נקבעת עדיין בשלב העוברי ונשארת ללא כל שינוי כל ימי חייו של האדם** – ט"א היא שעתוק של חלקי עור, מלחים ושומנים שנמצאים על העור ומועברים למשטח. שטח העור החיצוני נקרא **אפידרמיס**, מתחתיו נמצאת שכבת ה**דרמיס**. בין השכבות נמצאת שכבת הפפילה – יוצרת את הט"א כל הזמן, האפידרמיס נשחק והפפילה מחדשת את הט"א.
 צלקת תישאר רק אם היתה פגיעה בשכבת הפפילה.
- לטביעות אצבע יש מבנה רכסים כללי שמאפשר לסווג אותן באופן שיטתי לשלושה סוגים** –
 - א. לולאה Loops – 60 - 65% מבני האדם.
 - ב. מערבולת Wholrs – 35% - 30%.
 - ג. קשת Arches – 5%.

AFIS – מערכת לקידוד הסימנים באופן דיגיטלי, משתמשת ביחידת סריקה שהופכת את הט"א הסרוקה לתמונה דיגיטלית שמכילה מידע אודות הרכסים, מיקומם היחסי והאוריינטציה שלהם. ה-AFIS מאפשר לזהות חשודים בצורה קלה ומהירה באמצעות סריקת ט"א שהתקבלו מזירת העבירה. גם בישראל יש מערכת משטרתית לזיהוי ט"א שמחוברת למחשב מרכזי במטא"ר. חשוב לזכור שה-AFIS נותנת רק המלצה, ההשוואה נעשית עדיין ע"י מומחה משטרתית. ה-AFIS איפשר לפענח מקרי פשע שלא פוענחו בעבר.

שיטת לגילוי ט"א:

- טביעות נראות – נוצרות במגע של האצבע עם חומר צובע – דם, דיו וכו'.
 טביעות פלסטיק – החתימה של הרכסים על חומר רך כמו פלסטלינה.
 טביעות בלתי נראות – עליהן צריך להפעיל את שיטות הגילוי.
יש חשיבות לסוג המשטח שעליו הוטבעה הטביעה:

- משטח אטום לא נקבובי** – זכוכית, פלסטיק, פורמייקה – באמצעות **פיזור אבקה** על המשטח או חומר דבק סופר גלו. יש סוגי אבקות שונים בהתאם לצבע המשטח, כולל אבקות זרחניות שזוהרות ב-UV. אבקה מגנטית – מפוזרת באמצעות מברשת מגנטית ללא מגע עם המשטח עצמו.
- משטח סופג נקבובי** – נייר, בד, קרטון. **משתמשים בIOD** – יוד עובר ממוצק לגז ללא נוזל (המראה). מכניסים יוד גבישי לצינורית עם צמר גפן ונושפים על הט"א. היוד יוצר ריאקציה למס' דקות ואז ניתן לצלם אותה.
- נינהדרין** – תרכיס כימי שמרוסס על המשטח. טוב לנייר ולשטרות כסף. מחממים את החומר והט"א מופיעה למספר דקות.
כסף ניטריטי – יוצר ריאקציה עם ט"א.
סופר גלו – החומר הנפוץ ביותר כיום. ניתן להשתמש בחללים גדולים כמו רכב, צובע את הט"א.

צילום הט"א – תמיד עם קנה מידה, בגודל 1:1.
הרמה של הט"א – לאחר פיזור האבקה, אוספים את החומר באמצעות נייר דבק ומניחים על נייר עם צבע מנוגד.
שימוש בליזר לגילוי ט"א – הליזר מהווה פנס מונוכרומטי (אורך גל יחיד), צובע את הט"א על המשטח – פלורסצנטיה.
אמידו בלק – חומר שרגיש לחלבונים בדם, צובע טיפות דם בצבע סגול. משמש גם לגילוי ט"א שנעשו בדם.

שכרות מאלכוהול

הגדרת מצב שכרות:

ס' 34 – בהשפעת חומר אלכוהולי, סם מסוכן או גורם מסמם אחר.
פקודת הסמים – סם מסוכן מוגדר כחומר המפורט בתוספת הראשונה.
ס' 26(2) לתקנות התעבורה – איסור לנהוג למי שנתון תחת השפעת סמים משכרים או משקאות משכרים.
ס' 169 לתקנות התעבורה – יראו אדם שיכור אם הוא נתון תחת השפעת סמים משכרים או ריכוז האלכוהול אצלו עולה על המידה הקבועה.
ס' 169א – **הגדרת אלכוהול** – כוהל אתילי, אתנול, אתיל אלכוהול. שמות שונים לאותו חומר – המכיל פחמן C, מימן H ויש לו קבוצה הידרוקסילית OH. בכימיה אלכוהול הוא כל חומר שיש בו חומצה הידרוקסילית.
המידה הקבועה:

1. 50 מ"ג אלכוהול במאה מ"ל דם.
 2. 240 מק"ג אלכוהול בליטר אור נשוף.
ס' 169ב – איסור נהיגת רכב בהשפעת משקה או סם מעל המידה הקבועה. לא ברור מהו סם מעל המידה הקבועה.
אלכוהול נכלל בקבוצת הסמים המדכאים – מדכא את מערכת העצבים המרכזית. הדם מעביר את האלכוהול לקולטנים במוח, שם הוא משפיע על הגוף. ריכוז האלכוהול בדם מתייחס באופן ישיר לריכוז במוח, הריכוז בריאות משקף את הריכוז בדם ולכן משקף את הריכוז במוח.
 שרידי אלכוהול בשתן – לא יכולים לקבוע את מידת ההשפעה על הגוף.

השפעת ריכוז האלכוהול על הגוף:

עד 50 מ"ג % – תיתכן הרגשה של זחירות בינונית.
50 – 100 – ירידה בעכבות, עליה בבטחון עצמי, שינוי בשק"ד בעיקר לנושא זמן ומרחק. היו מדינות שהעלו את המידה המותרת ל-80 ללא השפעה על נתוני התאונות.
100 – 150 – דיבור עילג, הפחתה ביציבות, בחילה, בלבול, איבוד שק"ד ביקורתי, ישנוניות, הפרעה בזכרון, האטת זמן התגובה.
150 – 200 – בחילה, רעד, חוסר יציבות בהליכה.
200 – 300 – אבדן התיאום בתנועות, בלבול שכלי בולט, חוסר התמצאות, הכרה מעורפלת.
300 – 400 – הכרה מעורפלת עד חוסר הכרה, ירידה בתגובה לגירויים.
מעל 400 – חוסר תחושה, דיכוי תגובות, דיכוי נשימתי, ירידה בטמפ' הגוף, מוות.

המסלול המטבולי של האלכוהול בגוף:

אלכוהול נכנס לגוף – 20% ממנו נספג בקיבה, 80% נספג במעי הדק.
 האלכוהול הוא רעל לגוף, ולכן מופנה לפירוק בכבד למים ול-CO₂ – ע"י פירוק הפחמן והמים – 90% - 95% מתפרק בכבד. 5% - 10% נכנס לנשימה, להזעה ולשתן.
 חלק מהאלכוהול מתפרק בריאות ויוצא מהגוף.

בריאות – נאדיות משמשות לחילוף גזים, האלכוהול נקשר לכדוריות הדם האדומות (שנושאות חמצן ו-CO₂) ועובר לנאדיות בריאות ומשם מחוץ לגוף. האלכוהול שנפלט מהריאות מייצג את הריכוז בדם.

ריכוז האלכוהול וקצב הספיגה:

גורמים שונים משפיעים על הספיגה:

1. משך זמן השתיה.
2. תכולת האלכוהול – אילו משקאות שתה האדם, איזה ריכוז אלכוהול היה במשקאות.
3. כמות המשקה.
4. סוג המשקה – וודקה מהירה יותר בספיגה מבירה.
5. תכולת הקיבה – אם הקיבה מלאה והמעיים יהיה משומן בחומר שומני, הספיגה תהיה איטית יותר.
6. משקל השותה – משפיע על ריכוז האלכוהול, כי כמות הדם שונה בגוף.
7. הרגלי השתיה.

כל מנת משקה מכילה 15 גרם אלכוהול – בקבוק או פחית בירה, כוס יין או כוס משקה חריף. מעל זה יעבור אדם את המידה הקבועה בחוק.

החוק קובע שאדם לא ינהג כשהוא שיכור – התביעה צריכה להוכיח שאדם היה שיכור בעת הנהיגה. במצב שבו אדם אוכל ושותה, מיד אח"כ נוהג ועושה תאונה, ולאחר שעתיים עורכים לו בדיקת דם, הבדיקה לא מייצגת את ריכוז האלכוהול בדם בעת הנהיגה.

ירמיהו בן איסק נ' מ"י – התקבלה טענה שאדם שנמצא שיכור לאחר התאונה לא היה שיכור בעת התאונה. למרות זאת, הוכח שהוא שתה כמעט בלי לאכול, ולכן ריכוז האלכוהול בדמו הגיע לשיא תוך מספר דקות. **בקיבה ריקה** – שיא תוך 20 – 30 דקות. בקיבה מלאה – תוך שעתיים – שעתיים וחצי. מרגע השיא יורד ריכוז האלכוהול בדם ב-15 מ"ג אחוז לשעה.

פסיקה:

מ"י נ' סלס – הרשעה שגויה בגרם מוות בגלל נתונים שגויים. לאחר תיקון הטעות – הרשעה בהריגה. **חוג'ה נ' מ"י, סודקי נ' מ"י** – נקבע כי ניתן להרשיע בנהיגה בשכרות רק על סמך בדיקת מאפיינים ועדות בדבר התנהגות, ולא דווקא על בסיס בדיקת דם. **מלכה נ' מ"י** – נמצא ריכוז של 49 מ"ג % בדם לאחר התאונה. נקבע שהריכוז היה בירידה ולכן לפני התאונה היה שיכור והורשע בהריגה. **מ"י נ' לאוניד לוינ** – נמדדה כמות של 132 מ"ג % שעתיים לאחר התאונה. הורשע בהריגה.

שכרות מסמים

ס' 34 לחוק העונשין – הגנת שכרות – מצב שבו אדם נמצא תחת השפעת חומר אלכוהולי, סם מסוכן או גורם אחר. סם מסוכן – לפי פקודת הסמים. ס' 26 לפקודת התעבורה – איסור לנהוג תחת השפעת סמים משכרים. **הגדרה רפואית של סם** – חומר טבעי או מלאכותי שיש בו כדי לגרום להשפעה פיזיולוגית ו/או פסיכולוגית על אדם. ההשפעה יכולה להמדד רק בדם ולא בתוצרי פירוק כמו בשתן. שרידים בשתן לא אומרים שאדם תחת השפעה. סמים, בניגוד לאלכוהול יכולים להכנס לדם דרך הריאות – בשאיפה.

סמים מדכאים:

אופייטים – תוצרים של אופיום – **מורפין, קודאין, הרואין ואופיום**. נרקוטיים – יכולים להוביל לדיכוי נשימה או איבוד הכרה. ברפואה – משככי כאבים. **אופיום** – שרף של צמח הפרג המרדים, מצוי בלקט כנוזל צמיגי לבן. פוצעים את הפרי והשרף מטפף החוצה. באופיום יש **חומרים אלקלואידים** – תרכובות שכוללות חנקן, מתנהגות כבסיס אלקלי, רעילות. ניתן לעשן את האופיום ולשאוף את העשן לריאות. **מורפין** – מיצוי החומר הפעיל באופיום ע"י המסתו במים חמים. משמש כמשכך כאבים ברפואה. **הרואין** – אבקה לבנה שמיוצרת בתהליך כימי המופעל על המורפין – דיאצטיל מורפין. ההרואין זוקק ע"י חברת באייר הגרמנית כדי למצוא חומר משכך אפקטיבי יותר מהמורפין. הוא יוצר התמכרות פיזית קשה יותר מהמורפין, משך ההשפעה שלו קצר יותר והשפעתו פי 2 – 4 חזקה יותר. **הכנסת הסמים למחזור הדם** – הזרקה, הרצה (עישון), הסנפה. בעת הנטילה תהיה השפעה הסמים האופייטים הפוכה להשפעה בגמילה – רגישות יתר לכאב, נשימה מהירה. קריז – מצב שבו סף הכאב מורד לדרגה בלתי נסבלת של הגוף בגמילה. נמשך שבועים – גמילה פיזית. **השפעה על הנהיגה** – ישפיעו לרעה על הנהיגה, למרות שמחקרים הראו שנטילת מורפין באופן קבוע לא משפיעה. תוצרי הפירוק (מטבוליטיים) – ישארו בשתן 2 – 3 ימים לאחר הנטילה.

סמי הזיה:

קנבינואידים – מקורם מצמח הקנבוס. החומר הפעיל – THC – טטרהידרוקנבינול. מצוי בעיקר בתפוח של הצמח, מעט על העלים ומעט על החלק החיצוני של הפרי. לעלה יש מספר אי זוגי של עלעלים, בד"כ בין 3 ל-7. הזרעים לא מכילים THC, אבל הם לא חוקיים ע"פ פקודת הסמים כי ניתן לגדל מהם צמחים. **מריחואנה Herbal Cannabis** – תערובת בצבע ירוק חום המתקבלת ע"י איסוף העלים והתפוח, יבוש וכתשה. ידוע גם כגראס או גוינט. מז"פ קוראים לו קנבוס. **חשיש Cannabis Resin** – שרף של התפוח והעלים של צמח הקנבוס, מגיע בצורת "סוליה" בצבע ירוק חום. יכול להופיע בצורת אבקה, מז"פ מכנים אותו חשיש. **שמן חשיש** – מיצוי חוזר של קנבוס באמצעות ממס אורגני. נוזל צמיג שתכולת ה-THC שלו גבוהה (40% – 60%). **דרכי השימוש** – בד"כ עישון והכנסה למחזור הדם, ניתן גם לאכילה בעוגיות. שמן חשיש נמרח על סיגריה רגילה. THC נספג ברקמות הגוף ומופיע בדם, שתן, רוק וזיעה. משתמשים אקראיים – נשאר 4 – 5 ימים, בינוניים – שבוע, כבדים – שלושה שבועות מהפסקת השימוש. **השפעות הסם** – הקנבוס יכול לגרום להזיות (הלוצינוגני), עיוות בתפיסת הגוף (דה פרסונליזציה). ההשפעות הן אינדיבידואליות וקשורות גם לשימוש בסמים אחרים ובאלכוהול, באופן השימוש, במידת הקביעות ובמידת הריכוז של הסם.

השפעה על הנהיגה – קשיים בשיפוט, בתזמון, קואורדינציה, עירנות וכושר ביצוע. בעיות בהערכת מרחק, תגובות איטיות, מיד עם השאיפה הראשונה. יש מחקרים סותרים לגבי השפעת הקנבוס על הנהיגה.

הסמים הממריצים:

קוקאין – סם מעורר, מופק משיחי עצי הקוקה בדרי' אמריקה. החומר מכווץ כלי דם ולכן נעשה בו שימוש בניתוחים עד שנות השישים. השיח הוא בעל עלים בשרניים, 1.70 גובה.

יצור הקוקאין – איסוף העלים ויבושם, דחיסה במכבש, השרייה בנפט. מתקבלים גבישים לבנים די נקיים. השפעה על מערכת העצבים המרכזית – עליה בדופק, לחץ דם, קצב נשימה וטמפ' גוף. במינון נמוך – אופוריה, אקסטזה, מצב רוח, עליצות, יכולת גופנית ורגשית גבוהה למשך 30 – 90 דקות. ההשפעות מיידיות בהזרקה או עישון, השהיה בהרחה או בבליעה.

לאחר מכן – היפוך התופעות – דיסאופוריה, רצון להתאבד, אנורקסיה, נדודי שינה ואלומות. **קראק** – כינוי לקראק קוקאין, קוקאין שעבר שינוי כימי כדי שיהיה ניתן לעשן אותו. נשאף ישירות לריאות ומגיע מהר למחזור הדם. השפעה תוך שניות לזמן קצר – 10 – 15 דקות. התמכרות גבוהה מאוד לעומת קוקאין.

אקסטזי MDMA – מתילנדיאוקסימטהאמפטמין – אמפטמין שידוע כחומר ממריץ הזייתי. משחרר עכבות. נצרך ככדור בבליעה, השפעה אחרי 20 – 60 דקות, שיא אחרי שעתיים נמשך 4 – 6 שעות.

הכדורים מיוצרים במעבדות פיראטיות, מוטבעים עליהם סמלים שונים. המינון משתנה מכדור לכדור. **השפעות** – עליה בעירנות ובתחושת אנרגיה כוללת, אופוריה. לאחר השימוש – כאבי ראש, בחילה, אבדן תיאבון, ראייה מטושטשת, יובש בפה וחוסר שינה.

ה-MDMA משחרר נוירו-אדרנלין – עליה בקצב הדופק, עלולה להביא לאי ספיקת לב ולבצקת בריאות ולמוות. עליה מוגזמת בחום הגוף – לעיתים מובילה להתעלפות ולמוות.

סמים ממריצים ונהיגה – מחקר אמריקאי הראה שאין שינוי לרעה במיומנות הנהיגה. מחקר אחר הראה שיפור במיומנויות נהיגה בגלל הגברת העירנות וחיידוד המחשבה. התוצאות קשורות בכמות ובמועד שבו ניטל הסם.

ויכוח בפסיקה בנושא סמים:

קיימות שתי גישות בפסיקה לגבי שאלת השפעת הסמים על הנהיגה (אין "מידה קבועה" כמו באלכוהול):

1. גישת השופט מודריק ושיף (מחוזי) – נדרשת **הוכחה של השפעה בפועל** על הנהיגה. סמים קנבינואידים נשארים בשתן 3 ימים ולכן המצאות שרידי חשיש בשתן לא מוכיחה כשלעצמה את ההשפעה על הגוף.

פס"ד קבילטשווילי – השי' מודריק – ביחס לחשיש.

פס"ד ראני – השי' שיף – ביחס לקוקאין.

2. גישת השופט צמח (מחוזי) – המצאות סמים בשתן **יוצרת חזקה שהנהג תחת השפעה**. על הנהג לסתור את החזקה.

הכרעה בעליון – פס"ד בניאשווילי – השופט לוי – המצאות אקסטזי בשתן יוצרת חזקה שהנהג תחת השפעה.

DNA

Deoxyribonucleic Acid = DNA

ד.נ.א הוא מולקולת ענק שבנויה משלד קבוע של סוכר וזרחן, שאליו מחוברות ארבע אבני יסוד (בסיסים). החומר הגנטי מורכב משני גדילים משולבים אחד בשני, ויוצרים סליל כפול, מחוברים זה לזה דרך בסיסים. המידע הגנטי נמצא בסדר של רצף ארבעת הבסיסים. סליל לולייני כפול, מורכב מארבעה סוגי בסיסים:

A – אדנין מתחבר תמיד ל- **T – טיאמין**

C – ציטוזין מתחבר תמיד ל- **G – גואנין**

הדנ"א ארוז במבנים שנקראים **כרומוזומים** בגרעין התא (דנ"א גנומלי). בגנום האנושי – 23 זוגות כרומוזומים, 22 + שני כרומוזומי מין. כרו' מין – בנקבה – X, בזכר – X או Y.

יש DNA גם מחוץ לגרעין התא – במיטוכונדריה (דנ"א מיטוכונדריאלי – מגיע רק מהאם, משמש לבדיקת אמהות).

תא זרע מכיל 22 כרו' + כרו' מין X או Y, ביצית מכילה 22 כרו' + כרו' Y + אברוני התא. מהחיבור נוצר תא מופרה. התא המופרה משכפל את הדנ"א – הזוגות של הדנ"א נפתחים, מול כל גדיל נוצר גדיל מהסוג השני – לכל T יבוא A, לכל C יבוא G ונוצר שכפול זהה.

לאחר השכפול מתחילה **התמיינות** של התאים לסוגי התאים בגוף – **כל התאים בעלי דנ"א זהה**. התאים של איברי המין הם שונים – **חלוקת הפחתה (מיזוה)** באופן אקראי – נמצא רק 23 כרו'. לכן האחים לא זהים אלא דומים (אקראיות). אם ההתפלגות לא היתה אקראית – כל הצאצאים זהים.

חלבונים – ביו פולימרים, שמורכבים מרצף של חומצות אמינו.

פולימר – רצף של יחידות מונומריות שמסודרות בקשר כימי.

ביו פולימר – פולימר שמורכב מיחידות ביולוגיות, חומצות האמינו.

חומצות אמינו – תרכובות אורגניות המכילות קבוצה אמינית וקבוצה הידרוכסילית (OH). מוכרות 21 חומצות. הגוף מייצר חלק מהן, השאר מתקבלות מהמזון.

גנים – אתרים מוגדרים על פני הכרום, שמכילים את המידע ליצירת חלבון. סדרה של בסיסים – ATCG. גנים קובעים הרכב ביוכימי של החלבונים, מווסתים קצב יצור חלבונים, אחראים על שילוב החלבון במבנה התא, את זמן ומקום פעולתם של גנים אחרים, התמיינות של תאים ורקמות של הגוף.

כרו' הומולוגיים – שני כרו' שמהווים זוג – אחד מקורו באב ואחד מהאם. זהים בצורתם, בסוג ומיקום הגנים והאתרים הנמצאים עליהם. **לכל בני האדם באותו אזור מוגדר באותו כרו' יש את הגן האחראי על יצירת אותו חלבון.**

אללים – אזורים בדנ"א שאין עליהם גנים, תפקידם הביולוגי לא ברור, משמשים לזיהוי דנ"א במדע הפורנזי. האללים הם אזורים מקבילים בכרו' ההומולוגיים.

זיהוי באמצעות דנ"א: 1985 – התגלו האללים, חזרות של סדרות בסיסים. לכל אדם יכול להיות מספר שונה של חזרות באלל מסוים – (STR) Simple Tandem Repeats – מקטעי דנ"א שיש בהם יחידות חוזרות של בסיסים, רצף נשנה שתחום בין שני רצפים שמורים, שאותם יש לכל בני האדם. השוני הוא במספר החזרות. יש קבוצות אוכלוסיה שאצלן נמצא אחוז גבוה של רצפים של חזרות, בד"כ בקבוצות סגורות.

סמני דנ"א: אתרים מוגדרים בגנום שנבחרו בזכות אותה שונות גבוהה (ריבוי מופעים) באוכלוסיה. קיימים שמות לסמנים: CSF, TPOX, TH01, VWA, FES, F13A.

כאשר מוצאים חוסר התאמה בסמן אחד בהשוואה של דגימות דנ"א – ניתן לקבוע בוודאות שאין זהות בין הדגימות.

כאשר מוצאים זהות בסמנים מסוימים – ניתן לקבוע באופן סטטיסטי שיש זהות, אבל לא מספיק. צריך לבדוק את השכיחות הסטטיסטית של האלל באוכלוסיה המסוימת הנבדקת.

הסטטיסטיקה משתנה כפונקציה של סוג האוכלוסיה. בקבוצות סגורות רמת השונות נמוכה יחסית – הדמיון הגנטי בין פרטים באוכלוסיה גדול לעומת אוכלוסיה פתוחה. לכן חייבים לבדוק את השכיחות ביחס לאותה אוכלוסיה ולא ביחס לאוכלוסיה הכללית.

חישוב השכיחות – הכפלת השכיחות של כל אלל באוכלוסיה הספציפית. רק אם מקבלים מספרים קטנים מספיק, ניתן לחוות דעה בקשר לממצאים הסטטיסטיים. מכפילים את השכיחות של האללים שנמצאו בדגימה לפי האוכלוסיה הספציפית.

פסיקה:

ג'אלב האלדי – השי' דורנר לא נענתה לבקשת מעצר עד תום ההליכים. ראיית הדנ"א הבציעה על הסתברות של 1:17,475 מתוך האוכלוסיה, של 3.5 מיליון. המשמעות היא שיש 200 איש בישראל עם פרופיל זה.

מאיר מכלוף כהן – בדעת מיעוט השי' הנדל במחוזי בב"ש קבע ש-2,700:1 הוא מספר סמנים לא מספיק. החישוב שבישראל ובשטחים יכולים מבחינה הסתברותית להיות עוד 1200 איש עם אותו פרופיל גנטי. המדובר היה בסיכוי הסתברותי של 96.96%, המשמעות המספרית של 3.04% הניבה תוצאה של סיכוי הסתברותי של 1200 איש בעלי סיכוי סטטיסטי לאותו פרופיל גנטי.

PCR – Polymerase Chain Reaction

השיטה מנצלת את תכונתו של הדנ"א לשכפל את עצמו באופן מדויק. השיטה גורמת לשכפול סלקטיבי של מקטעי דנ"א של סמן גנטי, באופן שמתקבל צבר של מקטעי דנ"א שמשקף את מספר החזרות באותו סמן. משתמשים בשיטה כדי לשכפל את רק אותם סמנים שאנחנו מעוניינים בהם.

השיטה יוצרת פתיחה יזומה של הדנ"א, ונוצרים שני גדילים זהים (כמו בשכפול). החומר משכפל את המקטעים החוזרים השמורים. התוצאה היא שמתא אחד נקבל אין סוף דנ"א שנרצה.

סמן גנטי בנוי ממקטע של רצף נשנה הכלוא בין שני מקטעים של רצפים שמורים. החומר מזהה את הרצפים השמורים ומשכפל את הרצף הנשנה בין הרצפים השמורים.

מ-40 מחזורים של שכפולים מקבלים – 1,073,741,824 רצפים וכך מתקבלת דגימת דנ"א מספיקה לבדיקה. הבעיה של המכשיר הזה היא שכל זיהום של כל תא זר בדגימה ישוכפל. לכן צריך להקפיד על תנאי נקיון מוקפדים כדי למנוע זיהום.