

הדרכה בטוחה במציאות מדומה

ההתפתחות הטכנולוגית בימינו מאפשרת שיטות לימוד באמצעות סימולטור מציאות מדומה והתנסות במצבים המתרחשים במציאות. הלימוד הוא חווייתי אינטראקטיבי, ללא הסיכון הבטיחותי, ומזמן התנסות בפעולות מדומיינות, אשר לא ניתן להתנסות בהן בשיטות אחרות.

קראו על שימושי הסימולטור לקידום הבטיחות בענפים השונים

מאת לבנת כהן

רמ"ד בטיחות עם מוגבלות, פסיכולוגית ארגונית
המוסד לבטיחות ולגיהות

• **לימוד והכשרה תוך כדי תהליך העבודה (OJT)** - בדרך כלל, עובד מיומן מלמד עובד חדש את המיומנויות והידע הנדרשים לו לביצוע עבודתו.

• **PBL - Problem Based Learning** - מודל שהתפתח בסוף שנות השבעים המוקדמות בתחום הרפואה. מאז אומצה שיטת לימוד זו בתחומים שונים, כגון מינהל עסקים, ארכיטקטורה והנדסה. בשיטת PBL הלומד מתמודד עם בעיה שמשקפת מצב מורכב בעבודה. הפתרון לבעיה מחייב את העובד לקבל החלטה בעצמו או באמצעות חברי קבוצה (עמיתים או ממונים).

• **הדרכה באמצעות סימולציות** - הדרכה זו מתאימה במיוחד לבטיחות. הלומדים מתנסים בחוויה שמדמה מצב מוחשי בעבודה, בסביבה מדומה, שבה עליהם לקבל החלטות לצורך ניהול אירועים מסוכנים ובלתי צפויים. הלמידה בטוחה, כיוון שלהחלטות שגויות של הלומדים אין השפעות מסוכנות במציאות. ניתן למדוד ולחקור את התוצאות. VRS - Virtual Reality Simulation - סימולציה של מציאות מדומה. הלימוד מתבסס על טכנולוגיה. השיטה מדמה מצב אמיתי. היא כוללת התנסות אינטראקטיבית, באופן ישיר (באמצעות מספר חושים) בסביבה מדומה. שימוש ב-VRS מאפשר נקודת מבט חדשה על הדרכת בטיחות לסיכונים. ההתנסות האינטראקטיבית מאפשרת לימוד קוגניטיבי פעיל במצבים מסוכנים על ידי תרגול, ללא ההשלכות של פגיעה / תאונה במציאות. השימוש ב-VRS מאפשר לעובדים לשפר את מודעותם לסיכונים אפשריים בסביבת העבודה האמיתית, לפתח מיומנות מניעה, ובאופן בלתי מודע הוא עשוי גם להשפיע על ההתנהגות השגרתית שלהם, שמובילה, בסופו של דבר, לבניית תרבות בטיחות. השימוש בגרפיקה ובאודיו מעביר את הלומדים לסביבה וירטואלית ולוכד את תשומת לבם. הלמידה היא ממקור ראשון, שלא כמו האזנה להסברים מפי מדריך. למידה תוך כדי עשייה נקלטת ונזכרת מהר יותר וטוב יותר, וקל להחילה על מצבים יום-יומיים. כיוון שכך, ניתן לומר כי שיטות הדרכה פסיביות יעילות פחות משיטות הדרכה אקטיביות, המשתפות את הלומד בלמידה.

הסימולציה, על צורותיה השונות, קיימת כבר מאות בשנים. בתחילה נערכו משחקי מלחמה על שולחנות חול. בפועל, זו הייתה סימולציה - חיקוי של מציאות מורכבת באמצעות מודל מתמטי מתאים. ההתפתחויות הטכנולוגיות המהירות בתחום המחשוב והמציאות המדומה (Virtual Reality Simulation-VRS) הקלו מאוד על פיתוח סימולטורים אינטראקטיביים.

שימוש בסימולטורים ממוחשבים, אינטראקטיביים משרתים אותנו במגוון תחומים בחיינו. לימוד באמצעות סימולטור מציאות מדומה משפר מיומנויות, כגון מיומנויות בטיחות למניעת ולניהול סיכונים, תהליכי קבלת החלטות ועבודת צוות בתחומים כגון תעשייה, בנייה, טיס, רפואה, נהיגה ועוד.

טעות אנוש נחשבת לאחת הסיבות העיקריות של תאונות עבודה, בעיקר בתעופה, בבריאות, בתעשייה הפטרוכימית, בתעשייה הגרעינית ובבנייה. תוכניות הדרכה לבטיחות הן אמצעי ישיר להפחתת טעויות אנוש.

שיטות להדרכת בטיחות

חשיבות יתרה נודעת לבטיחות במקום העבודה בכל הארגונים. כל מחלה או תאונה במקום העבודה עלולות לגרום לפגיעה בדימוי המותג של החברה, וכן, להשפיע על מורל העובדים, נוסף על הפגיעה הפיזית בהם והנזק לרכוש ולציוד.

עבודה בטוחה מחייבת מתן הכשרה בטיחותית טובה. ההכשרה מחייבת למידת ידע ומיומנויות, הנדרשים מהעובדים כדי למנוע מצבים מסוכנים העלולים להתפתח לתאונה.

קיים מגוון שיטות להדרכת בטיחות והכשרת עובדים, בין היתר: קריאה, הדרכה בכיתה (הרצאות וסדנאות שבהן נדרשת השתתפות פעילה, צפייה בתמונות ובסרטוני וידאו, השתתפות במשחקי תפקידים), צפייה בהדגמה או בתערוכה, פגישות במקום העבודה (בבנייה, למשל), הדרכה תוך כדי עבודה (OJT - On the Job Training), שיטת לימוד אקטיבית, המבוססת על פתרון בעיות, (PBL - Problem Based Learning) ושיטת לימוד המשתמשת במציאות מדומה (VRS - Virtual Reality Simulation).

בטיחות בסביבה וירטואלית מבוקרת

כל פעולות האימון מתרחשות בסביבה וירטואלית מבוקרת. כלומר, לא מתרחשים נזקים בעולם האמיתי, הקשורים לטעויות שביצעו הלומדים במהלך הלימודים במדיה הווירטואלית. המתאמנים יכולים לעשות ניסיונות בלתי מוגבלים עד קבלת מיומנות בביצוע הפעולה בצורה המיטבית, לשלוט בנושא וגם לעשות טעויות בלי לגרום לנזק.

השימושים

ב-VRS נעשה שימוש מוצלח, בין היתר, בהדרכות כבאים, בהדרכת בטיחות במכרות, באבטחת בתי זיקוק, בלימודי התמחות של אחיות, בהדרכת נוהלי בטיחות בכירורגיה, בהדרכה בתפעול בטיחותי של ציוד ומכונות, ובתעשיית הבנייה על ענפיה השונים.

דוגמאות להדרכות באמצעות סימולטורים של מציאות מדומה (VRS):

בנייה

שימוש במציאות מדומה עשוי להיות בעל ערך מוסף בהדרכת בטיחות של עובדים בתעשיית הבנייה (M. Hafsia et al, 2018). הפעלת ציוד כבד - תעשיית הבנייה התחילה להשתמש ב-VRS בשנים האחרונות לצורך הדרכת מפעילי ציוד כבד. (F. Vahdatikhaki et al (2019) פיתח במחקרו מסגרת חדשה ליצירת הדרכה בסימולטור, שהתבססה על נתונים שנאספו מפרויקטים של בנייה. על פי תוצאות המחקר, הדרכה באמצעות סימולטורים, המבוססת על מקרים שאירעו במציאות, יכולה לשפר באופן משמעותי היבטים שונים של הדרכת מפעילים, בייחוד היבט הבטיחותי והדרכת הצוותים. מיומנויות בפתרון בעיות - מנהל פרויקט בנייה חייב לדעת כיצד לפתור בעיות מורכבות. מיומנות בפתרון בעיות כוללת מיומנות חשיבה - היכולת לפתח תוכנית בנייה ויכולת ניהול של הוצאתה לפועל. בכיתות לימוד של הנדסה נעזרים במשחקי סימולציה חינוכיים לפיתוח מיומנויות בפתרון בעיות.

החוקרים (F. Castronovo et al, (2017) עשו שימוש במשחקי סימולציה חינוכיים לצורך לימוד ושימור מיומנויות של פתרון בעיות. תלמידים בתחום הבנייה למדו באמצעות סימולטור ונמדדו לפני ואחרי כל אחת משלוש תוכניות לימוד שעברו. בהתבסס על סדרה של ניתוח התוצאות שעלו מהמדידות, הם הגיעו למסקנה שהתלמידים רכשו מיומנויות בפתרון בעיות כתוצאה מלימוד באמצעות משחקי הסימולציה.

השמל

במקרים של סיכונים חשמל, שיטות ההדרכה (לימוד והכשרה תוך כדי העבודה ופיתוח מודל תבנית) אינן מאפשרות למודרכים להתאמן באופן מלא ולחוות את תוצאות הפעולות שהם מבצעים. ברוב תוכניות ההדרכה בבטיחות בחשמל משתמשים בדוגמאות כתובות, בסרטוני וידאו או במצגת שקפים, ומסיבות מובנות הן אינן ממחישות את הסיכונים ולמודרכים אין הזדמנות להתנסות בפעולות עם סיכון בטיחותי בחשמל.

באמצעות VRS מודרכים יכולים לחוות חוויית השתתפות מלאה בלימוד ללא סיכון בטיחותי. תוכנית הדרכה של VRS מציעה

סביבת עבודה בטוחה, שבה המשתמשים יכולים להתאמן ביעילות במשימות עם סיכונים חשמל ולשפר, בסופו של דבר, את יכולתם לזהות סיכונים חשמל.

סיכונים חשמל אינם נראים לעין, ובשל כך, פוחתים סיכויי העובדים לזהות ולהתאמן על סיכונים כאלה במציאות (D. Zhao a & J. Lucas 2015).

תעופה

הסימולטורים הקיימים היום בתעופה מדמים רעשים, תזוזות ואפקטים ויזואליים של כלי טיס באופן כה מדויק, עד כי צוותים שמתאמנים בסימולטורים שוכחים לעתים שהם בעצם לא עזבו את הקרקע. כשטייס דוחף את הגה המטוס קדימה בסימולטור, הוא מרגיש כאילו הוא טס במטוס אמיתי. הסימולטורים מאפשרים לטייסים להתנסות בתרגילים שמסוכן לבצע במציאות. לדוגמה, טייסים יכולים להתנסות בסימולטורים באי-ספיקה חשמלית (כשל מערכת) ובאבחון ומתן פתרונות למערכות ממוחשבות בכלי טיס.

טייסים עוברים מבחן באמצעות סימולציה לפני הסמכתם לטיס. גם במקרה שטייס מוסמך מפסיק לטוס לזמן מסוים, עליו לבצע מספר טיסות בסימולטור ולעבור שוב מבחן בסימולטור לפני שירשה לשוב להטיס כלי טיס במציאות.

סימולטורים להדרכת טיסות קיימים גם בנמלי תעופה מסוימים, כגון סימולטור ללימוד נחיתה במסלול המראה קצר בלונדון (ליד Canary Wharf).

בחודש נובמבר 2020 התגלתה במטוס של חברת התעופה האוסטרלית Qantas A380 airliner בעיה במנוע. הטייסים תפקדו בהצלחה לאחר שלמדו בסימולטור את מגוון הבעיות הצפויות בשעת חירום, כגון השבתת אחד המנועים; תצוגת המחוונים בתא הטייס והמערכות הנוספות שצפויות להיפגע. גם הדרכת טייסים במטוסים עסקיים באמצעות סימולטורים מלמדת אותם למה עליהם לצפות וכיצד לפעול במצבי חירום.

תעשייה תהליכית

ניסוי ראשוני בתעשייה התהליכית (S. Colombo, 2016) מצביע על יעילות השימוש בסימולטור (PS) מפעלי להגברת מיומנויות ולהדרכת מנהלים ומפעילים (operators).

PS - סימולטור, אמצעי טכנולוגי שיוצר כדי לדמות במדויק את תנאי המפעל במציאות. תהליכים של אוטומציה (מיכון) וייעול בתעשייה, הנובעים מהצורך להתמודד עם הגלובליזציה מגבירים באופן משמעותי את המורכבות של תהליכי הייצור. תהליכים תעשייתיים מורכבים באופן כללי ממספר רב של משתנים, המשפיעים זה על זה. שינוי באחד המשתנים יכול להשפיע על משתנים אחרים באופן סימולטני. שינוי במשתנה אחד או יותר מקשה על יכולת החיזוי של השינוי המפעילי הכללי. חדרי בקרה מודרניים מורכבים מיותר מ-5,000 מוניטורים סינופטיים, ומאלפי קשרי בקרה, שמטרתם לתת תמונה כוללת של תהליכים אלה. מורכבות כזו יכולה להקשות על יכולת המפעיל לבצע את עבודתו כהלכה. במצבי חירום מתווספים לקושי זה לחץ וחרדה, שמכבידים על העומס הקוגניטיבי ועל תשומת הלב הנדרשת מהמפעיל. לכן, יש חשיבות רבה למדידה ולהערכה של הלמידה על המפעיל. תוצאות המחקר (S. Colombo, 2016) מצביעות, בין היתר, על כך שניתן להשתמש בנתונים של סימולטור

9. ניתן להשתמש ב-VRS להדרכת קבוצות, ולא רק אדם בודד, להסתגלות באופן מהיר ומדויק לאירועים לא שגרתיים. שימוש זה לרוונטי לשיפור שיטות לניהול בטיחות.

10. ניתן להניח שמפעיל מתנהג ופועל במציאות באותה הדרך שבה פעל בסימולטור, ולכן, ניתן להשתמש בנתוני הביצוע של המפעילים למיון בחירה והסמכה של המפעילים הטובים ביותר.

מהימנות ואמינות

נהיגה - מחקר שבדק את הקשר בין לימוד מיומנויות נהיגה באמצעות סימולטור לבין תוצאות מבחן נהיגה שהתקיים כשישה חודשים לאחר הלימוד, מצא קשר בין הסיכויים הגבוהים לעבור את מבחן הנהיגה בפעם הראשונה, לבין מיעוט בביצוע טעויות בסימולטור (J. C., De Groot et al, 2009). המיומנויות שנבדקו היו: מהירות ביצוע משימות נהיגה; ביצוע טעויות והפרת חוקי תעבורה; זמן הדרכה קצר (באמצעות סימולטור) נקשר למהירות ביצוע משימות הנהיגה, למיעוט בהפרות ובטעויות, מה שיכול להצביע על מהימנות ואמינות בהדרכה באמצעות סימולטור.

לסיכום: תוכנית הדרכה יעילה צריכה להתייחס לסגנון הלימוד בעל ההשפעה הגדולה ביותר על המודרכים. החוקרים (Rubinsky and Smith, 1973) מצאו שהתנסות בתאונות מדומות מועילה יותר ללמידה מאשר הדגמה או הסבר. החוקרים (Goldenhar et al, 2001) טוענים שהדרך הטובה ביותר להדרכה היא "לעשות את הדבר האמיתי" ולדמות משימות אמיתיות בהדרכה כדי לרכוש ניסיון. תוכנית הדרכה אינטראקטיבית באמצעות סימולטור מדמה מציאות עשויה להוביל להבנה גדולה יותר של החומר הנלמד במגוון תחומים ולרכישת מיומנות בפעולות מסוכנות, ביחיד ובקבוצה.

מקורות:

- Bayram, S. B., & Caliskan, N. (2020). The Use of Virtual Reality Simulations in Nursing Education, and Patient Safety. In Contemporary Topics in Patient Safety-Volume 1. IntechOpen
- 2.Castronovo, F., Van Meter, P. N., Zappe, S. E., Leicht, R. M., & Messner, J. I. (2017). Developing problem-solving skills in construction education with the virtual construction simulator. International Journal of Engineering Education,33(2), 831-846.
- Colombo, S., & Golzio, L. (2016). The Plant Simulator as viable means to prevent and manage risk through competencies management: Experiment results. Safety Science,84, 46-56.
- de Winter, J. C., De Groot, S., Mulder, M., Wieringa, P. A., Dankelman, J., & Mulder, J. A. (2009). Relationships between driving simulator performance and driving test results. Ergonomics,52(2), 137-153.
- Goldenhar, L.M., Moran, S.K., & Colligan, M. (2001). Health and safety training in a sample of open-shop construction companies. Journal of Safety Research, 32(2), 237-252.
- לרשימת המקורות המלאה היכנסו:
<https://www.osh.org.il/heb/sources/pagecontrols,762/> ■

מפעלי לצורך הבנת תהליך קבלת החלטות, ולצורך מניעה וניהול סיכונים. הדרכה באמצעות הסימולטור המפעלי נמצאה כיעילה עבור אדם אחד וגם להדרכת קבוצות.

אחיות

אחיות מתלמדות באמצעות סימולציות של מציאות מדומה. הסימולציות מדגימות את הבעיות והסיכונים שבהם הן ייתקלו במציאות ומסייעות להן בפיתוח מיומנויות, בפיתוח ביטחון עצמי בביצוע הליכים רפואיים, וגם בהכנה להתמחות קלינית. אחיות צריכות לבצע מספר רב של הליכים רפואיים ולפתח מיומנויות פסיכומוטוריות בסיסיות לפני שיתחילו לעבוד במרפאות. ככל שהסימולציה שבה הן משתתפות דומה יותר למציאות, כך הן יפתחו מיומנות טובה יותר.

יתרונות השימוש בסימולטורים:

1. קבלת משוב מיידי על ביצוע משימות: ברפואה, קיימות מערכות המספקות משוב על ערכים מדידים בשימוש ב-VRS. לדוגמה: המשוב מפרט את הזווית שבה הוחדר האביזר הרפואי; את מהירות ועוצמת הפעולה שנעשתה ב-VRS; כמה זמן נמשכה הפעולה; החיסכון הכלכלי שמחושב על פי מספר התנועות שעשה המודרך; רמת הכאב הסובייקטיבי שחוהה המטופל המדומה ורמת ההצלחה הכללית של המשימה.
2. בחינת ביצוע משימות "על יבש" במצבים מסוכנים במציאות: טיס, בנייה, חשמל, וכן, אחיות מתלמדות יכולות להתאמן בסביבה בטוחה ללא חשש שמא יעשו טעויות שיזיקו למטופלים.
3. שיפור מיומנויות וביטחון עצמי: מחקרים מצביעים על כך ששימוש ב-VRS משפר את הריכוז, את הביטחון העצמי ואת המוטיבציה של המודרכים ומאפשר להם ללמוד בקצב המתאים להם. אחיות מתלמדות שקיבלו הדרכה בסימולטור שדימה הליך רפואי (קולונוסקופיה), ביצעו את ההליך באופן מדויק, מהיר ובטיחותי יותר.
4. בחינת אינטראקטיביות בתנאים נדירים.
5. ל-VRS יש יתרונות בפיתוח מיומנויות בטיחות למניעה ולניהול סיכונים בתעשייה. נלמדת מומחיות שמסייעת להבין בעיות בעבודה ולשפר את תהליך קבלת החלטות.
6. בלמידה באמצעות VRS הלומדים רוכשים יותר ידע מאשר בשיטות לימוד אחרות בזכות מעורבות של מספר חושים בתהליך הלמידה. המודרכים פתוחים יותר לרעיונות כשהם רואים, מקשיבים, שומעים, מתקשרים ופועלים באותו זמן. לימוד באמצעות VRS הוא לימוד רב-ממדי: ההיבט הטכני, האינטראקטיבי - בוחן את הקשר בין הלומד לסביבה וירטואלית (ניווט, התמצאות מרחבית ומשוב). ההיבט הקוגניטיבי - מתייחס לשיפור הלמידה הווירטואלית. ההיבט הרגשי נותן אומדן על מעורבות הלומד.
7. חוויית השימוש ב-VRS ממחישה למודרכים את הסיכון בפגיעה אישית. הם מרגישים שגם הם יכולים להיפגע מסיכונים בלתי נראים, כגון סיכונים חשמל.
8. באמצעות שימוש חוזר ב-VRS חברי צוותים יכולים להגיע להבנה באשר להתנהגויות מתאימות, ובכך, להגביר את שיתוף הפעולה בעבודת הצוות.