

פרק ב'

מלחמת העולם הראשונה

מבוא

מלחמת העולם הראשונה היתה נקודת מפנה ברוב תחומי אמנות ניהול המלחמה בכלל ובהתפתחות הפעלת התותחים בפרט. כמו כן, אף כי לא היתה המלחמה הראשונה בה הופעלו מטוסים, ספינות אויר וכדורים פורחים, הרי שהשימוש בהם במלחמה זו הרקיע לשיאים חדשים ופותחו במהלכה תפיסות חדשות לחלוטין.

ב־1914 נקלעו הצבאות השונים למציאות חדשה כשאין בידיהם את הכלים החשיבתיים, הטכנולוגיים והארגוניים להתמודד עמה. בניגוד למיתוס הרווח לא נבע הדבר מטיפשות או מקוצר רואי, אלא מקשיים אובייקטיביים. במשך אלפי שנים התפתחה מציאות המלחמה באיטיות רבה ומשמעות השינויים שהתרחשו בתרבות, בטכנולוגיה ובארגון היו מזעריים והדרגתיים. נְפֹלִיאֹן יכול היה להמליץ על לימוד מסעותיהם של המלך המְקְדוֹנִי אֶלֶכְסַנְדֵּר והמצביא הרומאי יוליוס קיסר אלפיים שנים לפניו כדרך הטובה ביותר להכשרת מצביא לא רק ברמה העקרונית אלא גם ברמה הטכנית: אמצעי התובלה היו זהים, אמצעי הקשר היו זהים, תחזוקת הצבא היתה כמעט זהה, טווח רוב כלי הנשק היה דומה וכך גם קטלנותם היחסית (התותחים היו החרגי הבולט). לפתע, בפרץ מהיר שנמשך כמה עשרות שנים בלבד, השתנו סדרי עולם באמנות המלחמה:

- הרכבת והמשאית שינו את הובלת הצבא ואת תחזוקתו – אבל בעיקר עבור הצבא השוהה במגננה.
- אמצעי קשר חדשים איפשרו שליטה מרחוק על הכוחות – אבל בעיקר לצבא השוהה במגננה.
- כלי הנשק התעצמו וטווחם התארך בסדרי גודל, כך שכדי לשרוד הכוחות נאלצו להתחפר – יתרון נוסף לצבא השוהה במגננה.
- הכפלת אוכלוסיית אירופה פי שניים תוך מאה שנים ושכלול המבנה הבירוקרטי של המדינות הגדילו את הצבאות עשרה מונים – מכמה מאות אלפי חיילים בתחילת המאה התשע־עשרה לכדי מיליוני חיילים בשלהי המאה התשע־עשרה. הגדלת הצבאות חסמה את זירת המלחמה מקצה לקצה בכוחות לוחמים והעניקה גם היא יתרון למגן, משום שהתוקף כבר לא יכול היה לתמרן סביבו, אלא נאלץ להסתער עליו חזיתית – דרך עוצמת האש המוגברת.

אולם, במגננה לא ניתן להכריע מלחמות – אמת זו נצרכה מחדש בתודעתם של מצביאי התקופה כלקח ממלחמת פרוסיה צרפת (1870-1871), ממלחמת רוסיה תורכיה (1877-1878) וממלחמת רוסיה יפן (1904-1905). בשלוש מלחמות אלה הפסידו הצבאות שנקטו באסטרטגיה מגננתית (צרפת, תורכיה ורוסיה). משום כך, השאלה המרכזית שהעסיקה את המצביאים של שלהי המאה התשע-עשרה וראשית המאה העשרים היתה – כיצד אפשר לתקוף בהצלחה כאשר עוצמת האש ארוכת הטווח מכסה את שדה הקרב בברד של קליעים מרובים מהירי ירי, ממקלעים ומפגזי שְׂרַאפֶּנְל. נראה היה שהפתרון הוא גיוס מהיר של צבאות המילואים הגדולים, העברתם לחזית ותמרון מהיר לתוך מדינת האויב לפני שהיא תספיק לגייס את מלוא צבאה ולהעריך. במידת האפשר יש למצוא דרכים לתמרן סביב מערכי האויב (גם אם הדבר כרוך בפלישה למדינות ניטרליות) כדי להמנע כל עוד אפשר מהסתערות לתוך שדה האש שלו – המטרה היתה להתנגש באויב בקרבות התקלות ניידים שלא יאפשרו לו זמן להתחפר ולמצות את היתרונות החדשים של ההגנה. את המשמעות המלאה של גידול הצבאות (היכולת לחסום את הזירה מקצה לקצה) טרם הטמיעו המצביאים כשפרצה מלחמת העולם הראשונה ב־1914.

המצביאים העריכו, שבסופו של דבר יאלצו לתקוף גם ברמה הטקטית. לשם כך פותחו תרגולות הסתערות של הרגלים, שנועדו למזער את חשיפתם:

- בשלב ראשון תנועה מנהלית בטורים גדודיים או פלוגתיים דרך שטח מוסתר מתצפית האויב.
- עם כניסת הכוח לשדה התצפית של האויב הוא יתפרס למספר קווים – ברוב הצבאות הגדירו שלושה קווים לכל גדוד וצבאות שונים הגדירו צפיפות שונה של חיילים בכל קו.
- לפי פקודה (באמצעות חצוצרות או משרוקיות) ירוץ כל הגדוד יחד כמה עשרות מטרים לעבר האויב ואז ישכב לנוח במחסה תוך כדי ירי לעבר האויב. לאחר כמה דקות יורה מפקד הגדוד שוב להסתער, הגדוד כולו יקום, ירוץ שוב כמה עשרות מטרים וישכב שוב לנוח וחוזר חלילה, עד שיגיע לטווח של כמה עשרות מטרים מעמדות האויב. שיטת תנועה זו כונתה 'דילוגים'. בכמה צבאות הונהגה הסתערות ב־'דילוגים' פלוגתיים במקום ב־'דילוגים' גדודים.
- בקו העמדות האחרון יחברו חיילי הקו השני לחיילי הקו הראשון כדי להחליף את האבדות ולעבות את מספר החיילים.
- לפי פקודת מפקד הגדוד יקום כל הגדוד ויסתער עם רובים מכודנים לתוך עמדות האויב.

בירי בפרקי המנוחה בין דילוגים, כשהחיילים שוכבים הושם הדגש על נפח האש ולא על דיוקה משום שממילא ציפו שהאויב ישכב במחסה והחיילים התוקפים לא יראו אותו. בצבאות אחדים אפילו נהגו להורות על ירי במטחים יחידתיים במקום ירי אישי. מטרת הירי היתה כפולה: לעודד את רוח החיילים המסתערים ולגרום לחיילי האויב לחדול מירי לעבר המסתערים ולטמון ראשם במחסה. בכל מהלך ההסתערות של הרגלים ירו התותחים בקצב מהיר כדי לשתק את אש המגן עד שהרגלים חסמו את קו הירי בשל התקרבותם לעמדות האויב.



צוות בריטי פורס את התותח שלו

קין 1914: תורה ושברה

מבין הצבאות העיקריים שהשתתפו במלחמת העולם הראשונה, תורת חיל התותחנים הגרמני ותורת חיל התותחנים הצרפתי מייצגות את שני הקצוות של קשת אפשרויות הפעולה של התותחנים בפרוץ המלחמה. יתר הצבאות, וביניהם צבא רוסיה וצבא בריטניה, פעלו בשיטות המצויות במקום כלשהו בין שני קצוות אלה. אי לכך פרק זה יתמקד בתיאור התורה הגרמנית והתורה הצרפתית.

הצרפתים

הדעה השלטת בצבא הצרפתי באשר למאפייני המערכה הצפויה נגד גרמניה היתה, שהמערכה "תהיה קצרה ותאופיין בתמרונים מהירים... מאבק בין שני חילות רגלים... חיל התותחנים יהווה רק כוח מסייע שמשימתו אחת: לתמוך בהסתערויות הרגלים... הוא יזדקק לטווח ירי קצר בלבד... המכשולים בהם יתקלו הרגלים במערכת תמרון יהיו חסרי משמעות... לתותחי שדה תהיה עוצמה מספקת כדי לגבור עליהם... רק לעיתים רחוקות יידרשו תותחים כבדים... סוללה בת 4 תותחים בקוטר 75 מילימטר תשיג יעילות מוחלטת על קטע חזית שרוחבו 200 מטרים ולכן אין צורך לתאם חפיפת גזרות בין מספר סוללות".

תותח השדה הצרפתי בקוטר 75 מילימטר, שנכנס לשרות ב־1897, היה הטוב ביותר מסוגו בעולם. הוא היה מאד מדויק ובזכות בולמי רתיעה מסוג חדש לא היה צורך לכוון אותו מחדש אחרי כל ירייה כפי שנדרש בכל התותחים האחרים באותה תקופה¹. צוות מיומן יכול היה לירות עד 30 פגזים בדקה לפרקי זמן קצרים ועד 15 פגזים בדקה בירי ממושך (כמובן שבפועל לא כל הצוותים עמדו בקצבים אלה). מבחינה טכנית התותח היה מסוגל לירות עד לטווח של כ־9,000 מטרים. הצרפתים חשבו שאין צורך בטווח כל־כך ארוך ולכן בנו את המרכב ואת הכוונת בצורה שתאפשר ירי לטווח של מעט פחות מ־7,000 מטרים בלבד. ההגדרה התורתית הגבילה את טווח הפתיחה באש

1 בתותחים ישנים יותר לא היו כלל בולמי רתיעה והצוות נדרש להחזיר אותם לעמדת הירי אחרי כל ירייה – כמו בימי נפוליאון.

לסביבות 4,500 מטרים בלבד. סוללת תותחים כללה 4 תותחים, 170 חיילים ו-160 סוסים – 24 סוסים גררו את התותחים ועגלת תחמושת צמודה לכל תותח, מספר סוסים גררו עגלות שהכילו ציוד אחזקה ותיקון ורוב הסוסים גררו עגלות תחמושת – סך-הכל 432 פגזים לכל תותח. 312 פגזים נוספים הוחזקו עבור כל תותח בשיירות האספקה הגיסיות. כל הפגזים היו פגזי רסס בלבד – רובם עם מרעום זמן לפיצוץ באויר מעט לפני המטרה בשיטה שפיתח הקצין הבריטי שְׂרַאפֶּנְל בשלהי המאה השמונה-עשרה, ומיעוטם עם מרעום הקשה מושהה כדי שיפגעו בקרקע, ינתרו לגובה נמוך ורק אז יתפוצצו. כשפרצה המלחמה בקיץ 1914 היו בצבא הצרפתי 3,840 תותחים מסוג זה (קרי, 960 סוללות).

בשל ההחלטה להמעיט בתותחים כבדים, משום שנועדו אך ורק להתגברות על ביצורים, היו בצבא הצרפתי בקיץ 1914 רק 308 תותחים בעלי קוטר גדול יותר מ-75 מילימטרים. תותחים אלה הוחזקו כעתודה של המטה הכללי והוקצו על-פי צורך.

בכל גיס רגלים צרפתי היו 120 תותחים 75 מילימטרים:

- אגד גיסי בן 4 גדודים. בכל גדוד היו 3 סוללות של 4 תותחים.
- אגד בן 3 גדודים בכל אוגדה (בגיס תקני היו שתי אוגדות). בכל גדוד היו 3 סוללות של 4 תותחים.

על-פי תורת הלחימה הצרפתית, לגיס רגלים תוקף הוקצתה גזרה שרוחבה 6 קילומטרים. הגיס הקצה את תותחיו בסיוע ישיר לאוגדות על-פי הצורך. ככלל נקבע שיש להקצות סוללה לכל 200 מטרים של גזרת התקפה, אבל מפקד הגיס הוסמך לצופף יותר סוללות בגזרה שהגדיר כמאמץ העיקרי הגיסי.

בקרב התקפה לא בוצעה הפגזה מכינה אלא רק הפגזה מלווה. התותחנים דהרו לעמדות ירי בטווח של בערך 2,000 מטרים מהאויב (לפעמים התקרבו יותר), פרסו את תותחיהם ופתחו בהרעשה בקצב מרבי. אם לא היתה אפשרות להגיע לטווח הירי המועדף בתנועה חופשית היו נערכים בטווח של עד 4,500 מטרים מהאויב ומתקדמים ב-'עקבות' עד לטווח המתוכנן של בערך 2,000 מטרים.

ההפגזה כוונה אך ורק נגד עמדות הרגלים של האויב, הפגזות תותחי האויב נתפסה כמועילה רק אם עמדו על היעד עליו יסתערו הרגלים או בסמוך לו.

הצרפתים העריכו שהאש לא תשמיד את האויב אלא רק תשתק אותו זמנית. בקצב מרבי (עד 30 פגזים בדקה לכל תותח) סוללת התותחים צפויה היתה לגמור את מלאי הפגזים שבעגלות התחמושת שלה בערך ברבע שעה. על-ידי הפחתת קצב הירי ל-15 פגזים בדקה מלאי התחמושת הספיק לכחצי שעה של ירי. קצב הירי נקבע על-פי משך

הזמן שהרגלים המסתערים צפויים היו לנוע חשופים עד להגעתם לעמדות האויב. בעוד התותחים הצרפתים משתקים את האויב, הרגלים הצרפתים נדרשו להתקרב במהירות מרבית לאזור נפילת הפגזים, עד כדי סכנה שייפגעו מאש התותחים הצרפתים – טווח הבטיחות הוגדר כ־200 מטרים. כאשר התותחים חדלו מירי, הרגלים הצרפתים הסתערו בריצה עם רובים מכודנים לתוך כוח האויב המנסה להתאושש.

לא היה הבדל משמעותי באופן בו הופעלו התותחים הצרפתים בקרב הגנה לבין האופן בו הופעלו בהתקפה, למעט בכך שרוחב החזית שהוקצה לגיס היה רחב הרבה יותר, ולכן גם צפיפות הסוללות היתה נמוכה יותר. על־פי התורה נפרסו הרגלים הצרפתים על המדרונות הקדמיים של הרכס עליו נערכו להגנה. באם היה די זמן חפרו שוחות אישיות ואחר־כך חיברו אותן לשוחה רציפה לרוחב החזית. את התותחים הציבו בראש המדרון הקדמי, כמה עשרות עד כמה מאות מטרים מאחורי שורת הרגלים. במידת האפשר חפרו להם עמדות מבוצרות.

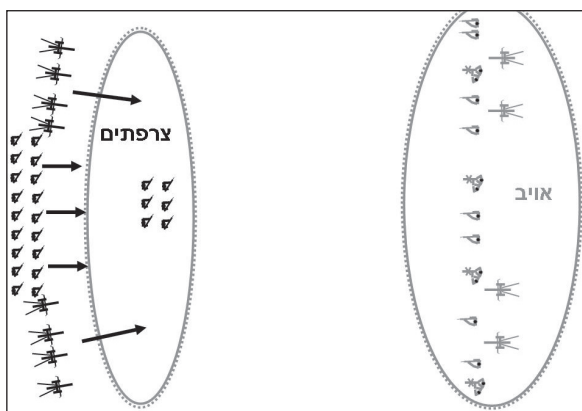
הצרפתים לא פיתחו ארגון לשליטה ריכוזית באש – כל סוללה הוקצתה לכוון רגלים מסוים (לרוב סוללה או שתיים לגדוד מסתער) ופעלה עצמאית מול היעד של כוח זה. התותחנים בחרו את המטרות והפסיקו את הירי על דעת עצמם. ההחלטה להפסיק לירות נתקבלה כאשר גמרו את מלאי הפגזים או כאשר ראו שהרגלים הגיעו קרוב מספיק ליעד. לא היתה להם דרך להודיע לרגלים שההפגזה המסייעת עומדת להפסק, כך שהרגלים נדרשו להבין זאת מהשקט שהשתרר פתאום לפנייהם. כמו כן, לא היתה דרך לתאם את הפסקת הירי של סוללות סמוכות ביחד, כך שהפסקת ההפגזה על היעד לא היתה אחידה. כתוצאה מכך, לרגלים הממתינים להסתער לא תמיד היה ברור שאכן האש פסקה. העיכוב שנגרם בגין כך, בין הפסקת ההפגזה לבין הסתערותם לתוך עמדות האויב, העניק לאויב הזדמנות להתאושש ולחדש את הירי שלו.

חיל התותחנים הצרפתי דרש מאנשיו לירות בכינון ישיר. למקרים החריגים בהם יצטרכו להפריד בין התצפית לבין הסוללה ולירות בכינון חצי־עקיף, סופק לכל סוללה טלפון שדה עם חוט באורך של כ־500 מטרים. תותח ה־75 מילימטרים לא התאים לירי תלול־מסלול. זווית ההגבהה המרבית שלו היתה רק 18 מעלות. דבר זה הקשה על שימוש בו מעמדות במדרון אחורי של רכסים וגם על שימוש בו לירי על מטרות חבויות מעבר לרכסים. הצרפתים ניסו לפתור בעיה זו על־ידי פיתוח פגז מיוחד שבשל מבנהו זווית הנפילה שלו היתה תלולה יותר מזווית היציאה מהקנה, אבל הקצו רק מספר מצומצם של פגזים כאלה לכל תותח.

סיוע תותחים להתקפה בצבא צרפת ב־1914

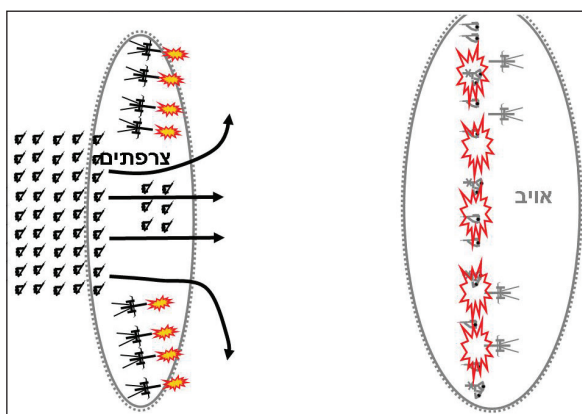
שלב א':

סיוור צרפתי מאתר את הערכות האויב ומדריך את סוללות התותחים לעמדות ידי בכינון ישיר. בינתיים הרגלים הצרפתיים נערכים במדדון האחורי של הרכס.



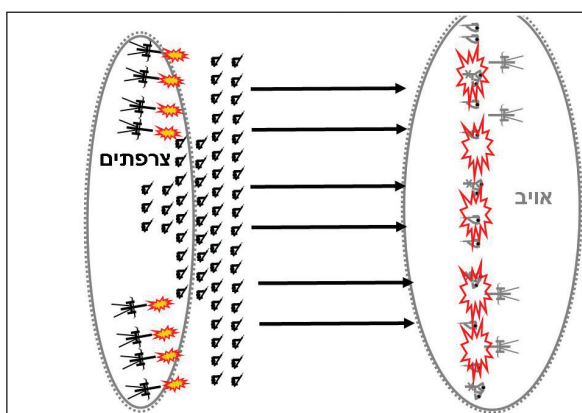
שלב ב':

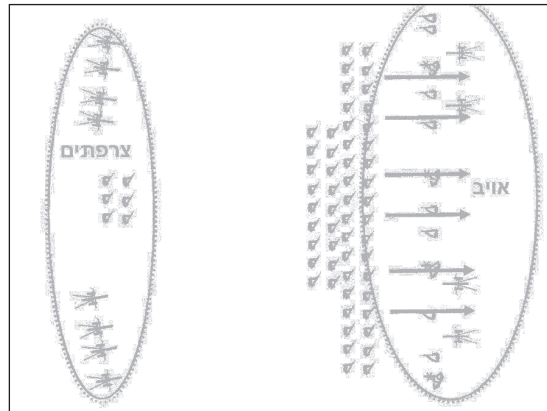
התותחים הצרפתיים מפגיזים את עמדות האויב כדי לשחק אותו. בינתיים, הרגלים חוצים את קו התותחים ונפרסים בתבנית הסתערות בשטח הנמוך.



שלב ג':

הרגלים מסתערים בחיפוי התותחים עד לטווח של כ־300 מטרים מהיעד.





שלב ד':

התותחים מפסיקים לירות
והרגלים מסתערים עם
רובים מכודנים תוך כדי
ירי בריצה קלה.

הגרמנים

גם הגרמנים ביקשו לנהל מערכת תמרון, אבל, בניגוד לצרפתים, הם לא ראו בתותחים גורם המעכב את התמרון הטקטי אלא גורם המאפשר אותו. לפי כך הגרמנים הקצו יותר תותחים לכוחות הלוחמים מאשר כל צבא אחר והקצו גם יותר תותחים ככדים מאשר כל צבא אחר. יתר על כן, הכשרת קצין התותחנים הגרמני היתה שונה מזו של קצין התותחנים הצרפתי:

- קצין התותחנים הצרפתי הטיפוסי היה בוגר של מכללה לקצינים שתוכנית הלימודים שלה התמקדה במקצועות המדעיים.
- קצין התותחנים הגרמני הטיפוסי היה בוגר של מכללה אזורית כללית או בית ספר לקצונה כללי של הצבא.

לקצין הצרפתי היה יתרון בהבנת המתמטיקה והפיזיקה של התותחנות. גישת הצבא הצרפתי לפיקוד ולשליטה היתה של מנהל-עבודה, שתפקידו לדאוג לביצוע ממושם וממוקצע של תרגולות הלחימה. מנגד, אף כי היה לו ידע בסיסי במתמטיקה ובפיזיקה, הכשרת היסוד של הקצין הגרמני היתה קודם כל בטקטיקה. גישת הצבא הגרמני לפיקוד ולשליטה היתה של עידוד יוזמה כדי לעמוד במשימה גם במחיר הדיוק בביצוע הנוהלים ואם יש צורך – אפילו התעלמות מפקודות מפורשות. הברלים אלה באו לידי ביטוי בהפעלת יחידות התותחים.

תותח השדה הגרמני שהקביל לתותח ה-75 מילימטרים הצרפתי היה בקוטר 77 מילימטרים. הוא היה נוח יותר לנייד אבל קצב הירי שלו היה רק חצי עד שני-שלישים משל התותח הצרפתי. אולם, בעוד שהצרפתים הקצו רק תותחי 75 מילימטרים לכוחות השדה שלהם, הגרמנים גיבו את תותחי שדה 77 מילימטרים בתותחי הוביצר גדולים יותר – רובם בקוטר 105 מילימטרים ומיעוטם בקוטר 150 מילימטרים. מול עדיפות

הצרפתים בקצב הירי העמידו הגרמנים עדיפות של טווח ארוך יותר, פגז כבד יותר ויכולת לירות ממחסה ולשטחים מתים בירי תלול-מסלול. עבור כל סוג של תותח פיתחו הגרמנים פגז נפיץ עם מרעום הקשה ופגז רסס מסוג שְׂרַאפֶּל עם מרעום זמן. במהלך המלחמה התברר גם שככלל, בגלל זווית הנפילה התלולה שלהם, תותחי ההוביצר יעילים יותר לפגיעה במטרות קטנות כגון תעלות לחימה².

בכל גיס גרמני היו 148 תותחים בקוטרים שונים – קרי, 28 תותחים יותר מאשר לגיס הצרפתי:

- אגד גיסי וכו שני גדודים – גדוד של תותחי הוביצר 105 מילימטרים (12 תותחים) וגדוד של תותחי הוביצר 150 מילימטרים (12 תותחים). סך-הכל 24 תותחים ברמת הגיס.
- חטיבה בכל אוגדה (שתי אוגדות בגיס) – בכל חטיבה שני אגדים. באגד אחד שני גדודים של תותחי שדה 77 מילימטרים (18 תותחים בכל גדוד) ובאגד השני גדוד של תותחי שדה 77 מילימטרים (12 תותחים) וגדוד של תותחי הוביצר 105 מילימטרים (12 תותחים). סך-הכל 48 תותחים בקוטר 77 מילימטרים ועוד 12 תותחי הוביצר בקוטר 105 מילימטרים בכל אוגדה.

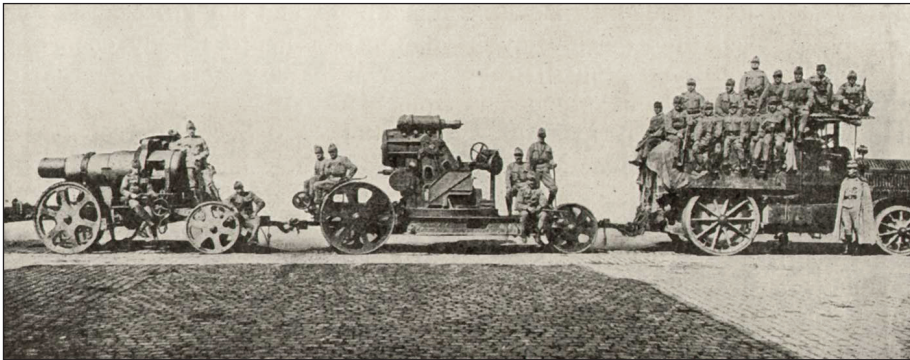
גדודים נוספים של תותחי הוביצר ותותחי מצור גדולים עוד יותר הוקצו לרמת הארמיה על-פי משימותיה וזו יכלה לתגבר כל גיס לפי שיקולי המפקד.

כוחות התותחים הגיסיים והארמיונים שימשו כמאגר לתגבור האוגדות. בעת קרב הועברו שני גדודי התותחים הגיסיים תחת פיקוד האוגדות – גדוד (12 תותחי הוביצר) לכל אוגדה. אוגדה שהוגדרה כמאמץ עיקרי יכולה היתה לקבל תחת פיקודה מגדוד ועד שלושה גדודים נוספים (12 עד 36 תותחי הוביצר) מהרמות הממונות או מגייסות אחוריים שלא השתתפו בקרב. לכל תותח הוחזק מלאי של 264 פגזים ברמת הסוללה ועוד 188 פגזים בשיירת האספקה הגיסית.

בפרוץ המלחמה היו בידי הגרמנים בערך 1,600 תותחי הוביצר ותותחים כבדים בקוטרים שונים מ-105 מילימטרים ועד 420 מילימטרים ובערך 3,400 תותח שדה בקוטר 77 מילימטרים.

תורת הלחימה שפיתח חיל התותחנים הגרמני בשלהי המאה התשע-עשרה שוכללה לאור לקחי מלחמת הבורים ומלחמת רוסיה יפן.

2 אם כי מסיבה כלשהי הפיזור הטבעי של פגזי תותחי הוביצר גרמנים מסוג 150 מילימטרים היה גדול מהמקובל. למעט תותחי הוביצר מדגם זה הראו ניסויים שלרוב תותחי הוביצר צריכים לירות פחות פגזים כדי לפגוע בשוחות אויב מאשר תותחים רגילים שמעוף פגזיהם שטוח.



תותח מצור גרמני 1914

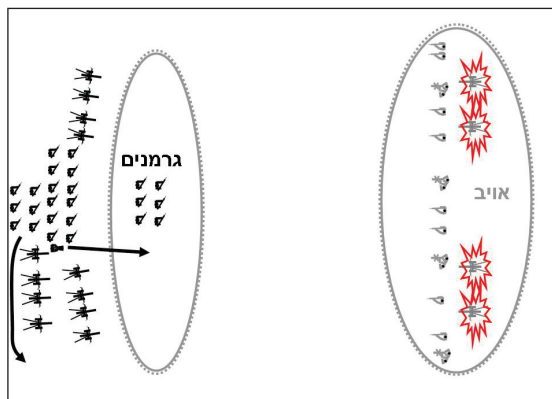
- בקרב התקפה, בניגוד לצרפתים, הגרמנים חילקו את הירי הארטילרי לשלושה שלבים: השמדה או הבסה של תותחי האויב – בשלב זה הופעלו בעיקר תותחי ההוביצר – אלה נערכו במדרונות אחוריים של רכסים ושלחו תצפיתנים לפנים או שנעזרו בתצפיתנים במטוסים. התצפיתנים איתרו את תותחי האויב והעבירו נתוני ירי לתותחים. הללו הפגינו את תותחי האויב עד שאלה הושמדו או נסוגו. בלחימה מול הצרפתים נהנו תותחי ההוביצר הגרמנים מחסינות כמעט מוחלטת בשל אי היכולת של הצרפתים לירות לשטחים מתים (כפי שהוסבר לעיל).
- ריכוך יחידות הרגלים של האויב – לאחר שהובס כוח התותחים של האויב הפנו תותחי ההוביצר את פגזיהם לעבר יחידות הרגלים של האויב. הצטרפו אליהם תותחי שדה 77 מילימטרים שכעת עלו ונערכו בראשי הרכסים וירו בכיוון ישיר לעבר הרגלים של האויב. תותחי שדה התקדמו ב'עקבות' עד לטווח של 1,500 עד 2,000 מטרים מעמדות האויב. הגרמנים, כמו הצרפתים, העריכו שירי זה לא יצליח להשמיד את הרגלים של האויב אבל עשוי לשתק את יכולתם לירות על הרגלים הגרמנים המסתערים.
- חיפוי על הסתערות הרגלים הגרמנים – הרגלים הגרמנים התקדמו לעבר האויב תוך ניצול תואי-השטח כדי להסתיר את תנועתם. כאשר יצאו מהמחסה האחרון הסתערו ב'דילוגים' גרודיים או פלוגתיים. במשך כל תנועת הרגלים חיפו עליהם התותחים על-ידי ירי בקצב מהיר ככל האפשר.

בקרב הגנה פעלו התותחנים הגרמנים באופן דומה לפעולתם בהתקפה. כמו הצרפתים, כך גם הגרמנים נהגו לערוך את הרגלים שלהם בשורת יורים על המדרון הקדמי כשתותחים השדה בקוטר 77 מילימטרים ערוכים כמה מאות מטרים מאחורי הרגלים

סיוע תותחים להתקפה בצבא גרמניה ב־1914

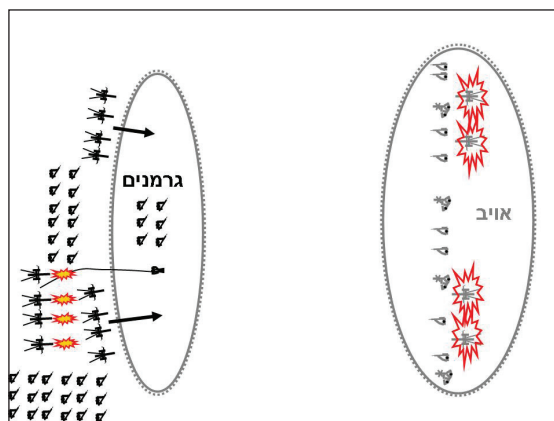
שלב א':

סיוור גרמני מאתר את הערכות האויב וסוללות תותחי ההוביצר נפרסות במדרון־אחורי ושולחות קדימה תצפיתנים עם טלפונים. בינתיים שאר הכוחות ממתינים במדרון אחורי וחלק מהרגלים מתחילים לאגף את היעד.



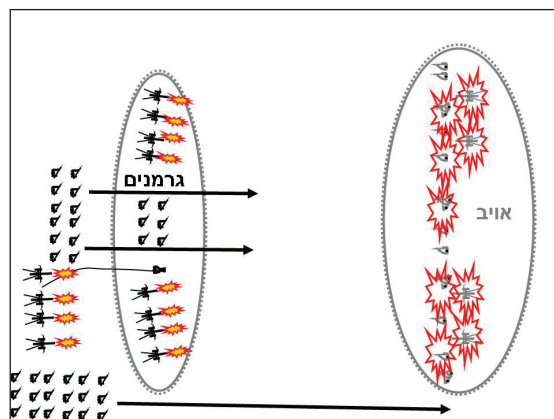
שלב ב':

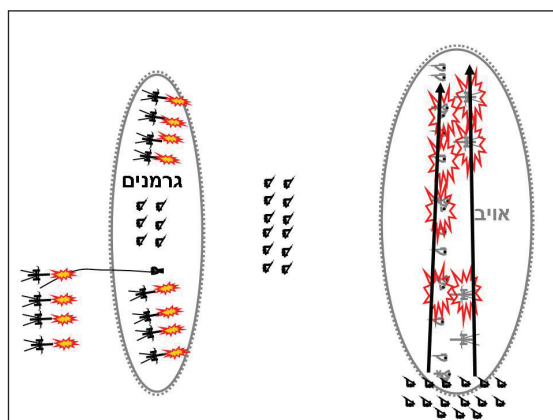
תצפיתני סוללות תותחי ההוביצר מאתרים את תותחי האויב ומכוונים לעברם ירי בכינון עקיף. בחיפוי ירי זה נפרסות סוללות תותחי השדה בעמדות לירי בכינון ישיר.



שלב ג':

תותחי השדה יורים לעבר הרגלים של האויב ותותחי ההוביצר ממשיכים להפגז את תותחי האויב. בחיפוי אש התותחים חלק מהרגלים מסתערים חזיתית כדי למשוך את תשומת הלב של האויב, בעוד החלק האחר של הרגלים צועד לעבר אגף היעד.





שלב ד':

הרגלים האוגפים מסתערים
על היעד וכובשים אותו בחיפוי
התותחים והרגלים שהסתערו
מהחזית.

בראש המדרון. אולם, בשונה מהצרפתים, התותחים הללו נערכו בתחילת הקרב במדרון האחורי והובאו לעמדות הירי במדרון הקדמי רק לאחר שנראה היה שתותחי האויב הושמדו. עם זאת, לעיתים, בשל מהירות ההסתערות של האויב, לא המתינו צוותי תותחי שדה להבסת תותחי האויב לפני שעלו לעמדות ירי ופתחו באש לעבר הרגלים של האויב. במצב זה הסתכנו בכך שתותחי התוקף יפגעו בהם.

בניגוד לצרפתים, הגרמנים ניהלו את ירי התותחים במרוכז באמצעות קצין תותחנים אוגדתי, שהוסמך לפקד על כל התותחים המסייעים לאוגדה – התותחים האוגדתיים והתותחים שהוקצו מהגיס או מהארמיה לגזרת האוגדה. תיאום הסיוע לרגלים נעשה דרכו ולא ישירות בין הסוללות לבין יחידות הרגלים. בדרך זו יכלו הגרמנים לרכז פרצי אש חזקים במיוחד לקטעים נבחרים של חזית האויב ולהסיט את האש לקטעים אחרים על-פי התפתחות הקרב. בהנתן אותו מספר תותחים יכלו הצרפתים לירות יותר פגזים בזכות קצב הירי העדיף שלהם, אבל פגזים אלה פוזרו לכל רוחב החזית על-פי הבנת הקרב של מפקדי הסוללות. הגרמנים ירו פחות פגזים באותו פרק זמן, אבל יכלו לרכז את רובם על היעדים המכריעים וליצור שם עדיפות אש מכריעה.

תחום נוסף בו הגרמנים הקדימו את כל צבאות העולם היה בשימוש במטוסים כדי לכוון ירי תותחים. בניגוד לכדורים פורחים, שהעלאתם לאויר דרשה זמן רב, המטוסים יכלו ללוות כוחות תוקפים, לאתר מטרות אויב ולספק נתוני ירי בסיסיים לסוללות הגרמניות או לקצין התותחנים האוגדתי. עם זאת, יש לזכור שאמצעי הקשר והמפות היו כל-כך פרימיטיביים שתהליך הטיווח היה מסורבל מאד ולכן גם ממושך, כך שהמטרות בדרך-כלל יכלו לזוז ממקומם לפני שהתותחים הגרמנים הצליחו לפגוע בהם. יתרון הכדורים הפורחים היה בכך שעמדו במקום אחד זמן רב ולכן התצפיתנים יכלו ללמוד את הגזרה, להשתמש במשקפות גדולות (הגדלה עד פי 20), לשמור קשר

עין רציף למטרה ולפרוס קשר טלפוני עם הסוללות היורות. בשיא הציבו יחד כל הצבאות היריבים בחזית הצרפתית³, שרוחבה היה כ־760 קילומטרים, זה מול זה, בערך 300 כדורים פורחים.

המערכה בחזית הצרפתית בקיץ 1914

מאז התבוסה הצרפתית במלחמת 1870-1871 התכוננו גרמניה וצרפת לסיבוב חוזר. שני הצדדים בנו מערכי ביצורים לאורך הגבול המשותף והכינו תוכנית למלחמה הבאה. את התוכניות שינו ועדכנו מעת לעת בהתאם להתפתחויות מדיניות וצבאיות שונות ובהתאם לרעיונות חדשים של המצביאים הראשיים. התוכנית הגרמנית התבססה על ההנחה, שנוכח עוצמת האש המוגברת של הצבאות, אין ביכולת הכוחות הגרמנים להבקיע דרך הכוחות הצרפתים המבוצרים לאורך הגבול המשותף. ולפיכך יש לעקוף את הכוחות הצרפתים על־ידי מסע מזורז דרך בלגיה ולוכסמבורג החלשות ולהכנס לצרפת דרכן, משום שהצבא הצרפתי לא יערוך את כוחותיו מולן. אחר־כך, ינועו הכוחות הגרמנים סביב הצבא הצרפתי שנעקף, יכתרו אותם ויאלצו אותם להכנע או שישמידו אותם. מצדם, הצרפתים תכננו לתקוף חזיתית לתוך גרמניה על־מנת לכבוש חזרה את המחוזות אֶלְזַס ולוֹרֵין, עליהם נאלצו לותר לטובת גרמניה במלחמה הקודמת, ולאיים על מסילות הרכבת שבאמצעותן תכננו הגרמנים לתספק את צבאם במסעו דרך בלגיה. בזכות מלאכת ריגול מוצלחת שני הצבאות הכירו את תוכניות הצבא היריב.

הגרמנים חצו את גבול גרמניה לוכסמבורג ב־2 באוגוסט 1914 ואת גבול גרמניה בלגיה ב־4 באוגוסט. הצרפתים חצו את גבול צרפת גרמניה ב־8 באוגוסט. שני הצבאות נכשלו במימוש תוכניותיהם.

המתקפה הצרפתית נתקלה תחילה רק בכוחות גרמנים מעטים אשר ניהלו קרבות השהייה ורק כעבור מספר ימים הנחיתו על הצרפתים התקפות־נגד שהסבו לצרפתים אבדות כבדות ושיבשו לחלוטין את התוכנית הצרפתית. לצרפתים התברר, שתותחיהם אינם מסוגלים להעניק סיוע מספק לכוחות הרגלים המסתערים משתי סיבות מרכזיות:

- אזור הלחימה היה ברובו גלי עד גבעי. בהעדר יכולת לירות בזווית הגבהה גבוהה נאלצו התותחים הצרפתים להתקרב מאוד לעמדות הרגלים הגרמנים על־מנת לראות אותן ולירות לעברן בכיוון ישיר. התקרבות זו חשפה אותם, בטרם הספיקו להעריך

3 מול הגרמנים נלחמה בחזית הצרפתית ברית שכללה את צרפת, בריטניה ובלגיה ואליהן הצטרפו במהלך המלחמה כוחות משלוח ממגוון מדינות נוספות וביניהן (החל משלהי 1917) גם ארצות הברית.

לירי, לא רק לירי התותחים הגרמנים אלא גם לירי יעיל של הרובים והמקלעים הגרמנים.

- תותחי ההוביצר הגרמנים, נערכו מאחורי רכסים, ירו בכינון חצי-עקיף ופגעו בזה אחר זה בתותחים הצרפתים החשופים מבלי שתהיה לצרפתים יכולת להשיב באש.

לאחר מספר שבועות של לחימה, בהם ספגו הצרפתים בערך 250,000 נפגעים (הרוגים ופצועים), הם נאלצו לסגת חזרה לצרפת⁴.

בינתיים התקדם הצבא הגרמני בצעידה מהירה דרך בלגיה ולוכסמבורג, ופלש לצפון מזרח צרפת. הבקעת מערך הביצורים הבלגי בגבול עם גרמניה התבררה כקשה יותר וממושכת יותר מהצפוי, אבל מרגע שהובקע מערך זה, בסיוע של תותחי מצור בקוטר 420 מילימטרים, זורז קצב ההתקדמות הגרמנית. במערב בלגיה נתקלו שוב הגרמנים בהתנגדות – הפעם של כוח המשלוח הבריטי וכוחות צרפתים שהועברו מגבול גרמניה. הלחימה היתה קשה אבל קצרה. רוחב גזרת המתקפה למול היקף הכוחות המצומצם שניסה להגן עליה הבטיח שבכל מקום שהגרמנים נבלמו הם יכלו לעקוף את ההתנגדות ולהמשיך להתקדם. השילוב של תותחי הוביצר היורים בכינון חצי-עקיף כדי לשתק את תותחי האויב ותותחי שדה המעניקים סיוע בכינון ישיר לרגלים המסתערים הוכח כיעיל. עם זאת, התברר שקשה מאד להשמיד את תותחי המגן כשהם מספיקים להתחפר. פעם אחר פעם שותקו תותחי המגן ברגע הקריטי לקראת הסתערות הרגלים הגרמנים, אבל, רוב אבדות התותחים של המגן לא נגרמו מפגיעת פגזים אלא מכך שהמפעילים נאלצו לנטוש אותם כי לא יכלו להביא את הסוסים לעמדות החשופות בראשי הרכסים כדי לרתום אותם לקראת נסיגה, אחרי שהתברר להם שהגרמנים עקפו אותם.

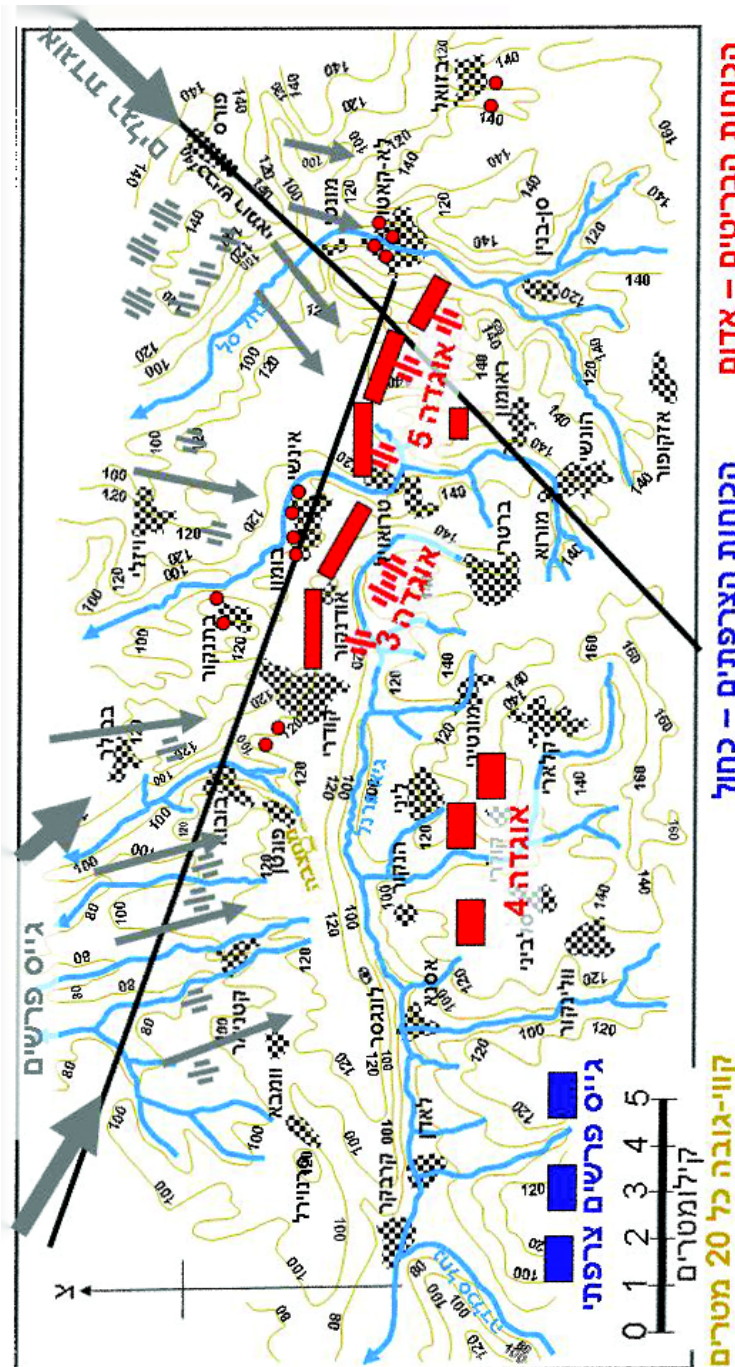
דוגמא טיפוסית למפגש בין השיטות השונות התרחשה בקרב ליד לָא קָאטוּ – שתי אוגדות רגלים בריטיות נערכו להגנה על גבי רכס ארוך ונמוך. באוגדה 5 הבריטית התחפרו התותחנים כ-500 מטרים מאחורי הרגלים בעמדות במדרון הקדמי בשיטה הצרפתית ואילו באוגדה 3 הבריטית הורה מפקד האוגדה להציב את התותחים במדרון האחורי⁵. תותחי אוגדה 5 הצליחו אמנם לפגוע בכמה תותחים גרמנים שסייעו לרגלים המסתערים בכינון ישיר וגם בכמה כוחות רגלים גרמנים שנעו בצורה לא זהירה ונחשפו, אבל במהרה אותרו והופגזו קשות על-ידי תותחי ההוביצר הגרמניים

4 לא מצאתי נתונים על מספר הגרמנים שנפגעו ונשבו, אבל ברור שהרכבה פחות מאשר הצרפתים.

5 ב-1910 אימץ חיל התותחנים הבריטי את תורת התותחנים הצרפתית אבל עדיין שימר את הידע והציוד הדרוש לירי בכינון חצי-עקיף שפיתח במלחמת הבוחרים.

שהסתתרו מאחורי הרכסים ממול. מעת לעת נאלצו צוותי התותחים להפסיק לירות ולתפוס מחסה. הנפגעים העיקריים מההפגזה היו הסוסים שנועדו לגרוור את התותחים. ההפגזה הגרמנית מנעה הבאת תחמושת מאחור וכך, אף שהתותחים לא נפגעו, הם נאלצו להפסיק לירות. הירי הגרמני נגד התותחים של אוגדה 3 הבריטית היה הרבה פחות יעיל, אבל, מצד שני, גם הרגלים הגרמנים והתותחים שסייעו להם בכינון ישיר סבלו הרבה פחות מירי התותחים הבריטים. לאחר יום של חילופי אש כבדים, במהלכם נבלמו הסתערויות הרגלים הגרמנים בעיקר באש רובים, נאלצו הבריטים לסגת כי הגרמנים החלו לאגוף אותם משני עבריהם. אוגדה 3 הצליחה לחלץ את רוב תותחיה ואילו אוגדה 5 נאלצה לנטוש בערך חצי מהתותחים שלה בעמדות, כי הצוותים לא הצליחו להביא את הסוסים לעמדות ולרתום אותם לתותחים.

ככל שהתמשכה המערכה התברר שמערך האספקה הגרמני אינו מצליח לעמוד בקצב ההתקדמות של הכוחות הלוחמים. הסובלים העיקריים מכך היו התותחנים. לפי התוכנית הגרמנית נדרשו הכוחות להתקדם למעלה מ-800 קילומטרים בכמה שבועות תוך כדי לחימה. לגרירת התותחים ועגלות התחמושת נדרשו רבבות סוסים ואלה נזקקו למנות גדולות מאד של מספוא (10 קילוגרם לסוס ליום) ומים (20 עד 40 ליטרים לסוס ליום). כמו כן, צריכת התחמושת היתה הרבה יותר גבוהה ממה שהעריכו לפני המלחמה, וככל שהתרחקו הגרמנים מבסיסי האספקה שלהם וממסילות הרכבת שקישרו את גרמניה דרך בלגיה לצפון צרפת, התקשו שיירות העגלות הרתומות לסוסים לעמוד בקצב הבאת התחמושת לחזית. סוסים שלא קיבלו די מנוחה, מזון ומים חלו ומתו. הרגלים עצמם הותשו בהליכה הממושכת ונזקקו יותר ויותר לסיוע התותחים כדי להצליח בהתקפה. אבל, בה בעת, המחסור המצטבר בתחמושת צמצם את עוצמת ההפגזות המכניות והמלוות את התקפות הרגלים. לפאתי פריז הגיעו הכוחות הגרמנים כשהם מותשים, שורותיהם מדוללות ועגלות האספקה שלהם ריקות. תותחים ועגלות תחמושת רבים נשארו מאחור בשל מחסור הולך וגובר בסוסים שיגררו אותם. בינתיים הצרפתים התאוששו ממתקפתם הכושלת, העבירו כוחות רבים אל מול הגרמנים וחסמו את דרכם. במקום לעקוף ולכתר את הכוחות הצרפתים מצאו עצמם הכוחות הגרמנים מנהלים קרבות חזיתיים. הצרפתים לא הסתפקו בהגנה, הם יזמו התקפות נגד נרחבות. במהלך ספטמבר 1914 החליט ראש המטה הכללי הגרמני שתוכניתו נכשלה הורה לכוחותיו לעבור למגננה. הכוחות הגרמנים נסוגו מעט צפונה כדי להעריך מחדש בקווי הגנה שנבחרו על-פי תואי הקרקע. הרגלים הגרמנים חפרו שוחות עמוקות לחסות בהם מהאש שירו הצרפתים והבריטים התוקפים. לאחר שנבלמו התקפות-הנגד החלו גם הצרפתים והבריטים להתחפר. במהלך החודשים ספטמבר – נובמבר 1914, יזמו שני הצדדים סדרה של התקפות אוגפות וחזיתיות זה על זה. כל ההתקפות של שני



הערכות הכוחות היריבים בקרב לאקאטו - 26 באוגוסט 1914

הצדדים נבלמו על-ידי ברד צפוף של קליעי רובים, קליעי מקלעים ופגזי רסס. התברר שתתחמושת הרסס, התחמושת היחידה שהיתה לצרפתים, הכמעט יחידה שהיתה לבריטים ועיקר מלאי התחמושת של הגרמנים, אין בה שום ערך נגד חיילים החוסים בחפירות, אבל היא יעילה מאד נגד חיילים מסתערים – מצב שהעניק יתרון ניכר למגן. בהדרגה קפאה החזית, כששטח הפקר צר (עשרות מטרים עד 1,000 מטרים לכל היותר) מפריד בין השוחות הרציפות שחפרו היריבים לרוחב החזית כולה – חזית שנמשכה בערך 760 קילומטרים מהפינה הצפון מערבית של בלגיה על חוף הים בצפון, דרך צפון מזרח צרפת ומזרח צרפת ועד להרי האלפים בגבול שוייץ בדרום.

סיכום – הלם המציאות

הלך העיקרי של קרבות הקין והסתיו של 1914 היה בתחום שרידות התותחים. התברר סופית, ששרידות התותחים כשהם ערוכים לירי בכינון ישיר כל-כך נמוכה שמשמיות אלה הן בגדר של כמעט התאבדות. לא נותרה בררה אלא להציב את התותחים בעמדות מרוחקות מהחזית, מחופרים על מדרונות אחוריים של רכסים. הצבת התותחים לירי בכינון חצי-עקיף היה עדיף על ירי בכינון ישיר, אבל גם חלופה זו לא היתה טובה מספיק ונדרש ירי בכינון עקיף מלא כדי להבטיח את שרידות התותחים. מציאות זו היתה עגומה במיוחד לצרפתים אשר כל תורת התותחנות שלהם וגם התותחים שהצטיידו בהם לא התאימו לצורת הפעלה זו. מצבם של הבריטים היה מעט יותר טוב משום שהיו בידיהם הכלים והתורה לירי בכינון עקיף – הגם שלא בהיקף דומה לזה של הגרמנים. הצבא הגרמני היה ערוך טוב יותר למעבר, הן בהיבט התורה והן בהיבט הציוד. עם זאת, נתגלו ליקויים רבים גם אצלם – מחוג הפיזור הטבעי של פגזי תותחי ההוכיצר בקוטר 150 מילימטרים שלהם היה גדול מדי וגרם לכך שגם כאשר הצליחו להביא נתוני ירי מדויקים לתותחים הם נדרשו לירות הרבה יותר פגזים כדי לפגוע במטרה; הם לא הצטיידו במספיק כבלי טלפון כדי לפרוס את הסוללות שלהם בעמדות המיטביות ולשלוח את התצפיתנים רחוק מקו הירי; תותחי שדה שלהם, שנועדו ללוות את הרגלים בכינון ישיר, התבררו כנחותים מאלה של הצרפתים והבריטים ולכן ספגו אבדות כבדות יחסית.

ירי בכינון עקיף גרר אחריו מסכת שלמה של דרישות על-מנת להבטיח פגיעה יעילה במטרה משום שגורמים רבים יותר השפיעו על דיוק הירי: שחיקת קנה, חום האויר, לחץ האויר, עוצמת הרוח וכוונה, אפיצויות בכוונות ובמערכות הכינון ועוד. התצפיתן כבר לא בהכרח התמקם בקו ישר בין התותח לבין המטרה ולכן נדרש חישוב מסובך יותר, בעזרת לוחות טריגונומטרים, כדי לחשב את נתוני הכינון למטרה. את כל הידע שנדרש לעריכת חישובים אלה, את האמצעים למדוד את הגורמים השונים ואת האמצעים לקשר בין התצפיתנים לבין התותחים צריך היה לספק, תוך כדי לחימה,

לתותחנים שמעולם לא עסקו בהם. הידע והאמצעים לא היו חדשים – הם היו קיימים אצל תותחני הציים וביחידות התותחנים להגנת חופים. שם כבר שנים רבות הפעילו תותחים ארוכי טווח כדי לפגוע במטרות נעות רחוקות ופיתחו את האמצעים והשיטות הדרושים לחישוב נתוני הירי תוך התחשבות בגורמים המשפיעים. באשר לחישובי הירי הדרושים כדי לתאם בין מיקום התצפיתן, מיקום התותח ומיקום המטרה – ידע זה היה קיים ביחידות תותחי המצור ארוכי הטווח. דרישה נוספת של ירי בכינון עקיף היתה הכנת מפות מדויקות יותר שתאפשרנה חישוב מדויק יותר של המיקום של כל אחד מהגורמים (תצפיתן, תותח, מטרה) ותאפשרנה שפה משותפת נוחה יותר בין התצפיתן לבין צוות התותח (רישות המפה⁶, סימון נקודות ייחוס קבועות וכן הלאה).

דרישות נוספות שעלו מהמעבר לירי בכינון עקיף היו במסלול מעוף הפגז ובטווח הירי. תותחי שדה בהם הצטיידו הצבאות לא התאימו למלאכה זו משום שמסלול מעוף הפגזים שלהם היה שטוח מדי וטווח הירי היה קצר מדי. המשמעות היתה שעל הצבאות להצטייד בתותחים גדולים יותר בעלי יכולת לירות בזוויות גבוהות יותר. הגרמנים הובילו במרוץ בזכות הצטיידותם מראש בתותחים מסוג זה – אף כי הדגם שהיה בידהם היה פחות מדויק מאלה של יריביהם כתוצאה מפגם בעיצוב. הצרפתים והבריטים נדרשו לבנות בתי חרושת חדשים לייצור תותחים על-סמך מעט התותחים המתאימים שהיו בידהם, שרובם היו מיושנים מבחינה טכנולוגית, ובה בעת לפתח תותחים חדשים לחלוטין.

הדרישה האחרונה התבררה רק במהלך שנת הלחימה הבאה, 1915 – ירי ארוך טווח בכינון עקיף צורך הרבה יותר תחמושת מאשר ירי קצר טווח בכינון ישיר בגלל ממדי הפיזור הטבעי של הפגזים כאשר הם נורים לטווחים ארוכים, המאלץ את היריה לירות יותר פגזים כדי להבטיח פגיעה במטרה. בנקודה זו כל הצבאות היו בבעיה דומה – מחסור באמצעים ליצר כמות מספקת של תחמושת.

אולם, גם כשהיתה תחמושת בכמות מספקת התברר שאינה מביאה את התוצאות המקוות – זאת משום שלפני המלחמה חשבו המצביאים שהתחמושת העיקרית שיזדקקו לה היא פגזי רסס. נגד כוח אדם חשוף פגזים אלה היו יעילים מאד, אבל נגד חיילים הספונים בתוך שוחות עמוקות הצטמצמה היעילות עשרות מונים. צריך היה לפתח, לייצר ולהצטייד בפגזים נפוצים בעלי מרעומים המותאמים להפעלת הפגז באופן שיבטיח נזק מרבי למחפורות הגרמניות. בתחום הזה היה לגרמנים יתרון משום שתותחי ההוביצר שלהם כבר היו מצוידים בפגזים כאלה. יתר על כן, בשלהי 1914 החלו הגרמנים לבנות גדרות סבוכות של תיל-דוקרני לפני העמדות שלהם. הרגלים

6 סימון רשת של ריבועים על המפה הומצא תוך מלחמת העולם הראשונה כדי לפתור בעיה זו.

הצרפתים והבריטים התוקפים נאלצו להתעכב על-מנת לגזור מעברים בגדרות התיל והפכו למטרות נוחות לתותחים, לרובאים ולמקלענים הגרמנים. הצרפתים והבריטים חשבו להקל על הרגלים שלהם על-ידי פריצת מכשולי התיל-הדוקרני באמצעות הפגזה ממוקדת תוך כדי הקרבות התברר שהפגזים הקיימים אינם יעילים למשימה זו: הקליעים שנורו מתוך פגזי הרסס חלפו רובם בין חוטי התיל ואילו הפגזים הנפיצים נטו להתחפר באדמה לפני שהתפוצצו. הבעיה נפתרה רק לאחר שפותח, באמצע המלחמה, מרעום הקשה חדש, רגיש יותר ומהיר יותר, שניזום אפילו בפגיעה בחוטי תיל ולכן הפגז התפוצץ מעל פני האדמה, בלב סבך התיל וקרע אותו ביעילות.

כל הקשיים הללו הפריעו לתוקף יותר מאשר למגן. זאת משום שהמגן נהנה מכמה יתרונות שמיתנו חלק מקשיי התותחנים:

- המגן היה מחופר בעוד שהתוקף נאלץ להחשף – לכן, יעילות פגזי המגן נגד הלוחמים החשופים של התוקף היתה גבוהה בהרבה מאשר יעילות פגזי התוקף נגד הלוחמים של המגן.
- המגן היה ניח בעוד שהתוקף היה בתנועה – אי לכך המגן יכול היה להקים רשת טלפונים מסועפת, בעלת יתירות (2 או 3 חוטים מקבילים מופרדים כמה מטרים זה מזה חיברו כל טלפון למרכזיה) ולקבור את החוטים מתחת לאדמה כדי להגביר את שרידותם בהפגזה. לעומת זאת, התוקף, מרגע שיצא ממחפורותיו לתוך שטח ההפקר, איבד את הקשר עם תותחיו המצויים מאחור כיוון שהתקשה לפרוס אחריו קווי טלפון תוך כדי ההסתערות. טרם הומצאו אז מכשירי קשר אלחוטיים הניתנים לנשיאה על-ידי החיילים, וגם כאשר הצליח לפרוס חוטי טלפון הם היו חשופים על פני הקרקע ולרוב נחתכו על-ידי הפגזות תותחי המגן.
- המגן ידע פחות או יותר מאיזה כוון יגיע התוקף – גם אם לא ידע את המועד המדויק. לכן הוא יכול היה לטווח מראש את המרחב שלפני עמדותיו ובאמצעות סימנים פשוטים (טלפונים או ירי זיקוקים צבעוניים) להזהיק ירי מהיר של תותחים על התוקף. המגן לא צריך היה לתקן את האש משום שברגע שהתחיל להפגז את השטח שלפני עמדותיו יצר מחסום של פגזים שהתוקף נאלץ לעבור דרכו אם ברצונו להגיע ליעדיו. מהירות התגובה לקריאת הרגלים היתה המדר העיקרי ליעילות האש הזו ובכל הצבאות פותחו נוהלים ותרגולות להבטיח תגובה זריזה ככל האפשר של התותחים לדרישת הרגלים בחזית לירות 'מחסומי אש'.
- המגן נשאר סמוך לצירי האספקה שלו בעוד שהתוקף התרחק מצירי האספקה שלו. אמצעי הובלת האספקה היעיל ביותר היו רכבות, שיכלו לשאת מטען גדול של פגזים למרחק רב בזמן קצר בהרבה מכל אמצעי הובלה אחר. התוקף התרחק