

אתגר ההגנה על תשתיות תקשורת תת-מימיות

יובל אילון | 20 ביוני, 2023

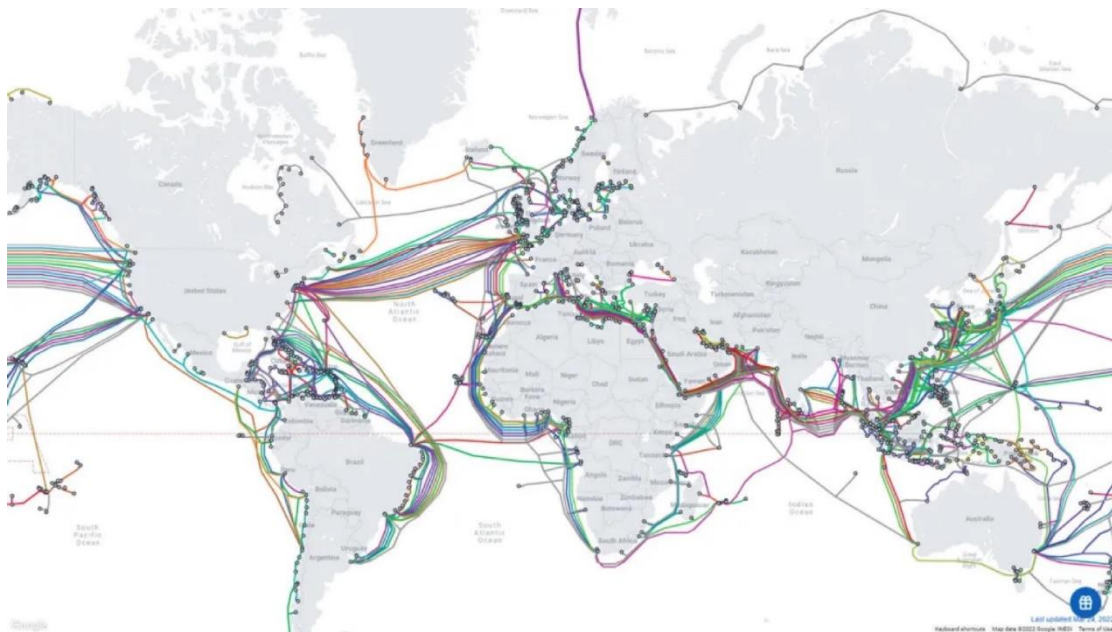
העיסוק בתשתיות תת-מימיות נמצא בראשית דרכו בעולם בכלל ובמדינת ישראל בפרט. התפתחות האיומים הרלוונטיים מעוררת צורך להגדירם ולפתח את היכולות להתמודדות עימם. ההשקעה בבניין הכוח ואופן הפעלתו תלויה בשכבת העומקים בה נמצאת התשתית. קשב מרבי נדרש לתחום המים הרדודים, עד 50 מ' עומק. בשאר שכבות העומקים יש לשים דגש בעיקר על המודיעין וההתראה, מניעה והרתעה, מזעור נזקים, שיקום במידה ויידרש ויתירות. במקביל, נדרש דגש מודיעיני וטכנולוגי להתמודדות עם ההתפתחות המואצת בשנים האחרונות של כלים אוטונומיים בלתי מאוישים תת-מימיים. עולם התשתיות התת-מימיות בכלל ותשתיות התקשורת התת-מימיות בפרט הינו כר פורה לשיתופי פעולה בינלאומי בשל היותן מונחות בקרקעית הים בשטח הריבוני של מדינות שונות ובמים הבינלאומיים. האתגרים שמציבה ההגנה והעיסוק בתשתיות, לצד המורכבות והעלות של פיתוח יכולות להתמודדות עם אתגרים אלו, משותפים למדינות רבות השוכנות לחופי הים בדגש על מרחבי הים התיכון.

הרוב המוחלט של התקשורת בעולם מתבצע כיום באמצעות כבלים תת-מימיים. יותר מתשעים וחמישה אחוזים מהתקשורת הבינלאומית (קול ונתונים) עוברים בכבלים תת-מימיים, וחמשת האחוזים הנותרים מועברים באמצעות לוויינים. יותר מחמש מאות אלף מיילים של כבלי תקשורת תת-מימיים מונחים על קרקעית הימים ברחבי העולם ומבטיחים את היכולת של האנושות לתקשר בעידן הגלובליזציה. כבלים אלו מורכבים ברובם מסיבים אופטיים, המעבירים מידע בקצב השווה, בערך, למאה וחמישים מיליון שיחות טלפון במקביל. ישראל מחוברת לעולם במספר חד סיפתי של כבלי תקשורת תת-מימיים אשר מהווים ערוץ התקשורת המרכזי שלה עם העולם, על כלל רכיביה האזרחיים והביטחוניים.

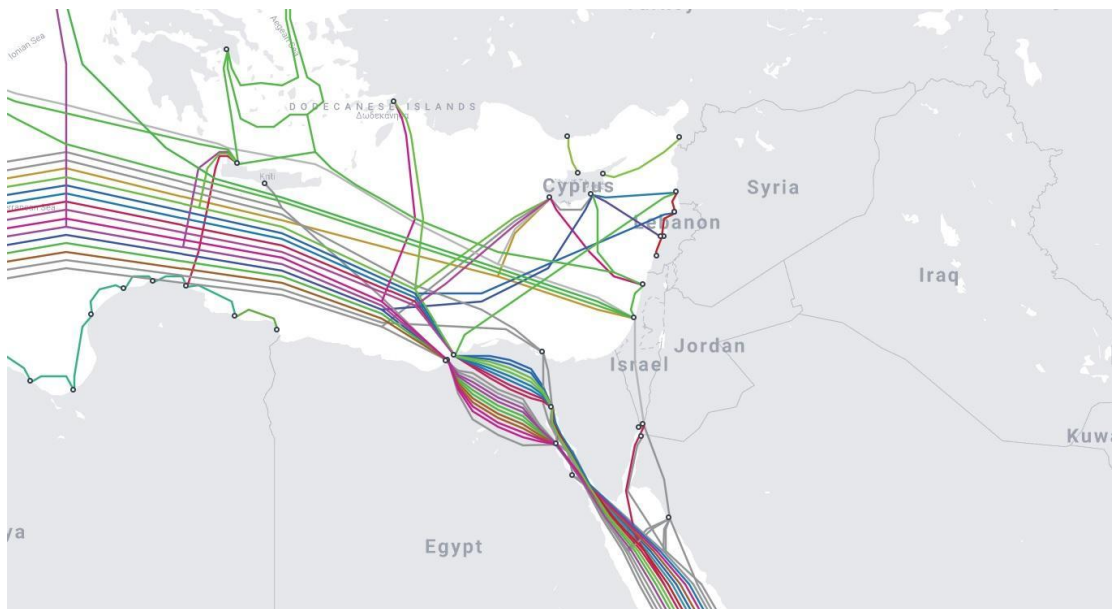
לרוב, הכבל התת-ימי מכיל לאורכו [מגברים](#) אופטיים על מנת לוודא שהאות עובר באיכות טובה ובאמינות גבוהה. כיום, השימוש בכבלים תת-ימיים הוא רב, וזאת כיוון שהתחליף היחידי, [לוויינים](#), אינו יכול להעביר את כמות המידע הנדרשת בקצב המתאים. בנוסף, היות שאורך הכבלים קצר בהרבה מהמרחק שאותו צריך שידור לווייני לעבור - [מכדור הארץ לחלל](#) ובחזרה – השימוש בכבלים אופטיים תת-ימיים מאפשר תקשורת מהירה וללא [זמן השהיה](#) משמעותי. זאת ועוד: מאחר שהעברת מידע בכבלים תת-ימיים גם מאובטחת יותר (קשה מאוד לציתות) משידור אטמוספירי של מידע, יש העדפה לכבל בו אין צורך בהצפנה ובקידוד.

קצב העברת הנתונים בעזרת הכבלים התת ימיים מאפשר כיום למעשה את תקשורת האינטרנט, המסחר הבין לאומי והתקשורת בין הגופים השונים, הממשלתיים והפרטיים, ברחבי העולם. על פי היועץ המשפטי של הוועדה הבין-לאומית של האומות המאוחדות להגנה על כבלים תת ימיים (International Cable Protection Committee-ICPC), ההערכה היא כי פגיעה בכבל תקשורת תת-ימי בינלאומי מביאה לנזק ממוצע של מיליון וחצי דולר לשעה.

הנחת כבלי תקשורת תת-ימיים מבוצעת על ידי אוניות ייעודיות. המשימה דורשת מקצועיות רבה, מיומנות ויכולות טכניות מורכבות, כולל יכולת מיפוי גבוהה ויכולת עבודה בעומק הים בעזרת כלים בלתי מאוישים. קיימות בעולם כארבעים אוניות, העוסקות בהנחת כבלים תת-ימיים, רובן ככולן שייכות לחברות פרטיות המשכירות את שירותיהן לחברות תקשורת או למדינות הזקוקות לכך. בשנה נפגעים כמאתיים כבלי תקשורת תת-ימיים, כאשר שבעים ושבעה אחוזים מהפגיעות נגרמות שלא במתכוון כתוצאה מציד דיג ועוגני ספינות. שאר הפגיעות נגרמות, ככל הנראה, מפעילות מכוונת.



מקור: techspot.com



מקור: submarinecablemap.com

תשתיות התקשורת התת-מימיות הינן תשתיות אסטרטגיות ייחודיות אשר השימוש בהם צובר תאוצה ומתפתח בשנים האחרונות כתוצאה מהתפתחות טכנולוגית. ההתייחסות לתשתיות אלו צריכה להיות ייחודית הן משום שהן נמצאות בתווך ייחודי והן משום שהטכנולוגיה והמיומנות הנדרשות לעיסוק בתשתיות הללו ובתווך זה הינה ייחודית. כפועל יוצא מייחודיות זו מתקיימים איומים ייחודיים ואילוצים ייחודיים הדורשים תפיסת הגנה ייחודית וייעודית.

העיסוק בתחום זה צובר תאוצה בעולם כולו ומעסיק גורמים שונים החל במדינות, דרך ארגונים בין לאומיים וחברות מסחריות ועד לארגוני טרור וכפועל יוצא גם את מדינת ישראל.

השינויים והתמורות, אשר מתחוללים בעולם בכלל ובמזרח התיכון בפרט, משנים את אופי הגורמים המאיימים על תשתיות אלו וכפועל יוצא את אופי האיומים.

משום כך יש חשיבות לעדכון שוטף של אופי ההגנה המסופקת לתשתיות, הן אלה הקיימות והן העתידיות.

פגיעות התשתיות – בכלל ובפרט

פגיעות מכוונות בכבלי תקשורת תת-מימיות אינן תופעה חדשה. היו כאלה בעבר. ראשונים לעשות זאת היו הבריטים במלחמת העולם הראשונה, כאשר חתכו את כבל התקשורת התת-ימי הגרמני. ציים ומדינות נוספות המשיכו בפעילות זו לאורך השנים. עם זאת, פגיעה בכבלי תקשורת תת-מימיות על ידי ארגוני טרור או פיראטים הינה תופעה חדשה, הצוברת תאוצה בשנים האחרונות. החל מפגיעה בידי פיראטים וייטנאמיים בשנת 2007 באוניה המתקינה כבלי תקשורת תת-מימיות, דרך גניבה של מגברים אופטיים המונחים לאורך הכבל, כשהתוצאה הייתה השבתת הכבל לשבעים ותשעה יום, ועד חיתוך כבלי תקשורת תת-מימיות כפעולת טרור בקרבת החוף המצרי בשנת 2013. בנוסף גובר השימוש על ידי מדינות, בעיקר מעצמות, לבצע התחברות לכבלי התקשורת של מדינות אחרות בכדי לגנוב מידע העובר בכבלים אלו.

התפתחות זו מקבילה להתפתחות יכולות תת-מימיות לייעודים נוספים: צוללות זעירות בלתי מאוישות להפעלה לטווחים רחוקים, רובוטים תת-מימיות בשליטה מרחוק, ויכולות נוספות, אשר מצד אחד תומכות בתשתיות אלו ומצד שני מהוות איום לפגיעה, חבלה או כל מניפולציה אחרת בתשתיות תת מימיות. פעולה שכזו, אם תתרחש, יכולה לפגוע אנושות ביכולת התקשורת הבינלאומית של ישראל ולחשוף אותה לסיכונים ביטחוניים רבים בשל חשיפת המידע העובר בתשתית זו.

תפיסת הגנה על תשתיות ימיות על-מימיות ניידות (אוניות) ועל תשתיות נקודתיות(אסדות גז לדוגמא) נחקרה וניתן לה מענה במקומות נוספים בעולם, אולם העיסוק בהגנה על תשתיות הולכה תת-מימיות נמצא בראשית דרכו בעולם כולו בכלל ובמדינת ישראל בפרט. קצב ההתקדמות בהתפתחות האיומים מעורר צורך להגדיר אותם, ולפתח את התפיסה ואת היכולות להתמודדות.

ולגבי ישראל אשר הינה "אי", משום שמיקומה הגיאוגרפי אסטרטגי אינו מאפשר לה לפתח את קשריה היבשתיים ומצריך ממנה התבססות כמעט מוחלטת על התווך התת-מימי בחיבורה התקשורתי אל העולם. כאשר זירת הים התיכון הופכת להיות בעלת פוטנציאל גבוה לפגיעה או התחברות לכבלי התקשורת, זאת בשל, התבססותה של הנוכחות הרוסית במרחבי מזרח

הים התיכון, שאפתנות טורקית להשפעה במרחב הימי ואיראן הממשיכה לפעול להגדלת יכולת השפעתה במרחב הימי ובפיתוח היכולות הימיות של ארגוני טרור הפועלים במרחב הימי ובהיקף פעילותם.

עקרונות ההגנה על תשתיות ההולכה התת-מימית.

אחזקה ושליטה בשטח ימי מכונה "שליטה ימית". משמעותה היא היכולת לנטר מרחב ים מוגדר באופן קבוע ורציף ולאורך זמן בלתי מוגבל, ויכולת לזהות ולהכיר את כלל הכלים וה"שחקנים" הפועלים במרחב הימי המוגדר במטרה לאתר פעילות חשודה או עויינת ולפעול לסיכולה. כדי להביא לידי ביטוי יכולות אלו יש להבטיח יכולות דומות לאלו שמקיים חיל האוויר במרחב האווירי, הן בשגרה והן בחירום.

הממדים הגיאוגרפים הגדולים של השטח בו מדובר, לצד המורכבות של התווך, מצריכים גיבוש תפיסה בהתאם לאיזור הרלוונטי, לחשיבות ולכמות תשתיות התקשורת התת-מימיות הנמצאות בו וכן לאיומים החלים על אותו איזור. במרחב התת-מימי נדרשת הגנת נפח, וחלוקת האיזורים והגדרת אופן הפעולה בהם צריכה להתבצע על פי שכבות העומקים.

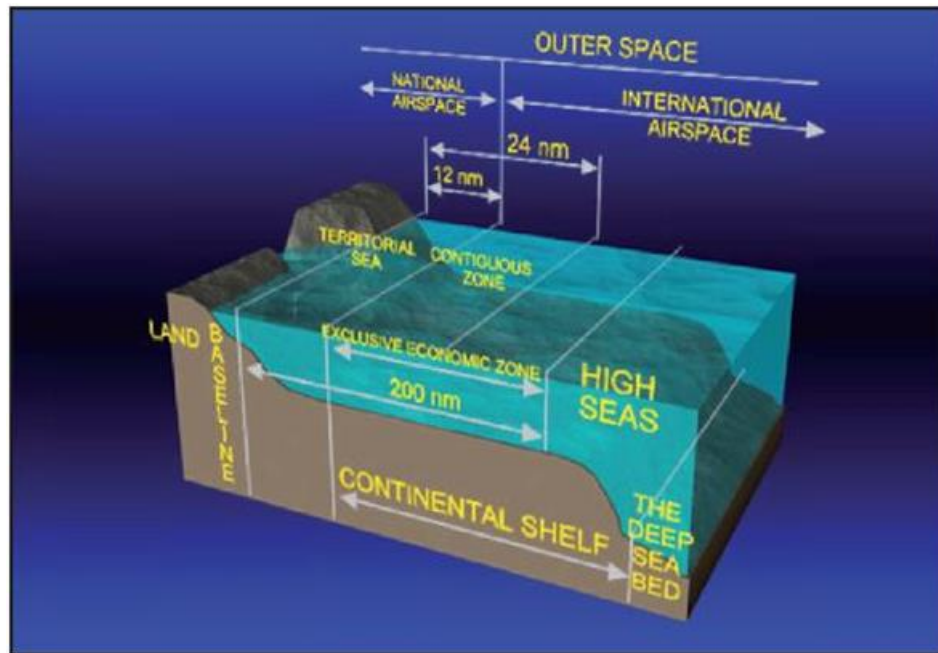
האיומים על תשתיות ההולכה התת-מימיות לפי עומקים

את האיומים בתחום התת-מימי רצוי לנתח לא על פי החלוקה המסורתית כנובעים מפעילותם של ארגוני טרור, מדינות ומעצמות אלא על פי עומקים, משום שהיכולות והאמצעים המצויים בידי מדינות יכולים לשמש את כלל ה"שחקנים". כמו כן, כבר כיום מדינות מפעילות את שלוחיהן לביצוע משימות הפוגעות ביכולותיה האסטרטגיות של מדינה אחרת, וזאת תוך ניסיון להימנע מזיהוין כמדינה תוקפנית.

איום	עומקים	מתאר רלוונטי	תשתית מאוימת
כצב"ם- כלי צולל בלתי מאויש	0-5000 מטר	- שגרה: טרור/ ארגון חצי-מדינתי - עימות: טרור/ארגון חצי מדינתי/ מדינה	כלל תשתיות ההולכה התת-מימיות. יכולת פגיעה בתשתית ההולכה. התחברות לכבלים תת-מימיים(בעיקר מדינות ומעצמות).
צוללים	0-50 מטר	- שגרה: טרור/ארגון חצי-מדינתי - עימות: כלל המתארים	תשתית ההולכה הקרובה לחוף, אזור חיבור תשתיות התקשורת לחוף.
צוללת	0-500 מטר לערך	- שגרה: מדינה - עימות: מדינה	תשתיות תקשורת- פגיעה והתחברות לתשתיות קיימות.
צוללת ננס	0-200 מטר לערך	שגרה: ארגון חצי-מדינתי/ מדינה/ עימות: כלל המתארים	תשתיות תקשורת- פגיעה והתחברות לתשתיות קיימות.

הגנת הנפח יוצרת מורכבות הנובעת הן מהממדים והן ממגבלות טכנולוגיות לבניית תמונה.

היכולות הטכנולוגיות מאפשרות בניית תמונה בתווך התת-מימי (סונאר ואמצעים נוספים) בטווחים קצרים יחסית, בהשוואה לתווך העל-מימי והאוויר. על כן, כאשר מדובר בהגנה על תשתיות תת-מימיות יש לבחון את רכיבי המענה תוך אופטימיזציה של המרכיבים השונים על מנת לאפשר מענה יעיל.



מקור: [2b1stconsulting](http://2b1stconsulting.com)

העקרונות שיוצעו להלן מורכבים ממספר נדבכים: מודיעין והתראה, הרתעה ומניעה, הגנה מרחבית (הגנה על-מימית והגנת נפח תת-מימית), הגנה צמודה, מיזעור נזקים/שיקום ויתירות. כל נדבך ונדבך צריך להיות מותאם לסוג האזור בחלוקה לשכבות העומק השונות.

מודיעין והתראה - הזירה הימית עצמה מספקת אתגרים רבים למודיעין משום ש"שחקנים" רבים משתתפים בה, הן ברמה האסטרטגית והן ברמה האופרטיבית-טקטית.

היכולת להפעיל איומים תת-מימיים, בדגש על האיומים המתקדמים, דורשת מיומנות גבוהה והיערכות מקדימה, המשאירה "חתימה" ומאפשרת לאתרה מבעוד מועד.

הפעולה בתחום המודיעין וההתראה מתחלקת לשני ממדים:

1. איתור יכולות וכוונות בזמן הנכון עקב גודלו הפיזי של האזור בו יש לתת מענה לאיומים נגד תשתיות תקשורת תת-מימית ומורכבות ההתמודדות, יכולת המניעה המוקדמת הינה משמעותית. כדי להצליח ולגבש תמונת מודיעין שכזו, יש לפעול בשיתוף כלל הגורמים הרלוונטיים ולייצר שילוביות ואחריות משותפת בבנייתה.

חשיבות רבה נודעת לשיתוף הפעולה הבינלאומי על בסיס אינטרסים משותפים.

האיום על תשתיות תקשורת תת-מימיות הינו איום בו זמני על מדינות החולקות תשתיות, שבחלקן מצויות במים הכלכליים או הריבוניים של מספר מדינות. בלי שיתוף פעולה ביניהן, קשה מאוד יהיה לקיים תשתית איתנה. בסיכול המוקדם, בדגש על איומים של נשקים אוטונומיים (AUV), כרוך מאמץ ניכר ואולי אף עיקרי.

2. יכולת איסוף וניתוח פעילויות בזמן אמת אשר תאפשר תגובה וסיכול בזמן אמת, במידת האפשר. החזקת השטח התת-מימי במרחבים הפתוחים הינה מורכבת ביותר. יש לבחון התראה בתווך התת-מימי, באזורים הרלוונטיים ולאורך קווי התשתית. בניית תמונת המרחב התת-מימי יכולה להתבצע על ידי מערכות מושטות ונייחות (מצופים, מערכים נפרדים). מערכים נפרדים יעילים לטווחים ארוכים יחסית, שיספקו תמונה לטווח שני בין מאות מטרים למספר קילומטרים. מערכות אלו יכולות לספק תמונה הרתעית, בדגש על שלבי איסוף המודיעין לקראת ביצוע תקיפה.

יתר על כן, אחיזת המרחב מצריכה בניית תמונה בתווך העל מימי והתת-מימי במשולב. במרחב נמצאים "שחקנים" רבים - כלי שיט אזרחיים, צי סוחר, כלי שיט בלתי מזוהים, כלי שיט צבאיים זרים, ספינות דיג וספינות אויב. שימוש באמצעי גילוי מתקדמים - לווינים, מכ"ם בהצבה יבשתית, ימית או מוטסת, מערכות מודיעין גלויות - יתרעו על כלל הכלים במרחב. שימוש בטכנולוגיות זיהוי מתקדמות, משולבות במידע מודיעיני, מאפשר בשילוב בין-ארגוני ובין מדינתי לאתר כלי שיט העוסק בפעילות חשודה, וכן מתן התראה על אודות איום.

מניעה והרתעה - המניעה יכולה להתבצע עוד בטרם הגעת הגורם המאיים לזירה. יכולת זו חשובה במיוחד כאשר מדובר באמצעים אוטונומיים תת-מימיים, משום שנכון להיום, אפשרות גילויים וניתורם הינה מוגבלת. ההרתעה תיווצר הן על ידי סיכול המשימה לפני שיצאה אל הפועל והן על ידי הפגנת נוכחות בזירה, בתחום העל-מימי ובתחום התת-מימי כאחד. הפגנת נוכחות בתחום התת-מימי יכולה להתבצע על ידי כלי שטח, המפעילים אמצעים לאיתור וגילוי איומים תת-מימיים וגם על ידי אמצעים תת-מימיים.

הגנה מרחבית - ההגנה המרחבית על המרחב שקיימות בו תשתיות הולכה תת-מימיות דורשת משאבים רבים עקב הצורך ל"החזיק תמונה" כל הזמן. סוג ההגנה זה, ראוי שיינתן בעיקר לאיזור המים הריבוניים ובאופן מסוים גם לאיזור המים הכלכליים. הוא יכלול כלי שיט שטח אשר ישתמשו באמצעים תת-מימיים לתקיפה ולהגנת נפח בתווך התת-מימי.

הגנה צמודה על התשתית עצמה - ההגנה זו תפגע ביעילות התקיפה, ביכולת לרכוש את המטרה וביכולת לנווט בקרבתה. היא תושג על ידי מיגון פאסיבי או פגיעה באיום עצמו.

ההגנה שכזו, בתצורות שונות, רלוונטית לכל האזורים ולכל העומקים, כאשר יש להתאים את האמצעים על פי רמות האיום והמגבלות הפיזיות. ההגנה צמודה יכולה להיות על התשתית לכל אורכה או נקודתית על האתרים או הנקודות, אשר נקבעו כ"מרכזי הכובד" של התשתית.

מזעור נזקים ויתירות - תפיסת ההגנה על תשתיות ההולכה התת-מימיות צריכה לכלול אפשרות של שיקום במקרה של היפגעות תוך שמירה על רציפות תפקודית במידת האפשר.

ההשקעה בכל ממד בהיבט בניין הכוח ואופן הפעלת ההגנה תלויה בשכבת העומקים בה נמצאת התשתית. כללית, הכיוונים אשר נדרש להעניק להם קשב מרבי בעת הנוכחית הינם תחום המים הרדודים – עד 50 מטרים. בשאר שכבות העומקים יש לשים דגש בעיקר לנושא המודיעין והתראה, מניעה והרתעה, מזעור נזקים, שיקום במידה ויידרש ויתירות. במקביל, נדרש דגש מודיעיני וטכנולוגי להתמודדות עם ההתפתחות המואצת בשנים האחרונות בכלים אוטונומיים בלתי מאוישים תת-מימיים. עולם התשתיות התת-מימיות בכלל ותשתיות התקשורת התת-מימיות בפרט הינו כר פורה לשיתופי פעולה בינ"ל בשל היות תשתיות אלו, תשתיות אשר מונחות בקרקעית הים בשטח הריבוני של מדינות שונות ובמים הבינלאומיים. האתגרים אשר מציבה ההגנה והעיסוק בתשתיות לצד המורכבות והעלות של פיתוח יכולות להתמודדות עם אתגרים אלו משותפים למדינות רבות השוכנות לחופי הים, בדגש על מרחבי הים התיכון.