

תחנות רכבת תת-קרקעיות - קלן גרמניה

אינג' שמואל אנגל - ש. אנגל מהנדסים בע"מ

מבוא

3 חברות גרמניות גדולות (בילפינגר-ברגר, זובלין, W&F) חברו לביצוע פרויקט גדול של רכבת תת-קרקעית בעיר קלן בגרמניה (מעל מיליארד יורו) והיתה לי ההזדמנות לבקר ולראות את התכנון והביצוע של התחנות התת-קרקעיות שהם מבצעים ולהלן חלק מהרשמים שלי על ביצוע התחנות התת-קרקעיות הללו.

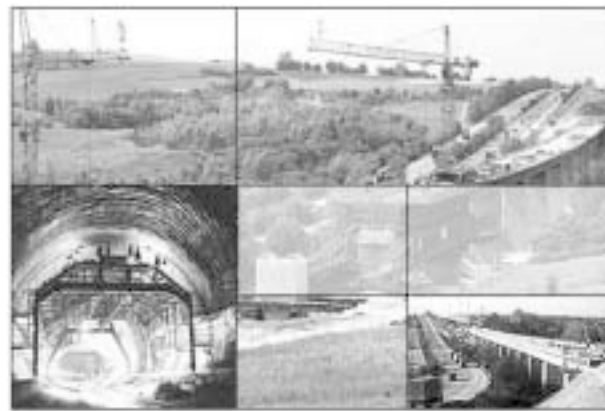
מגבלות תכנוניות

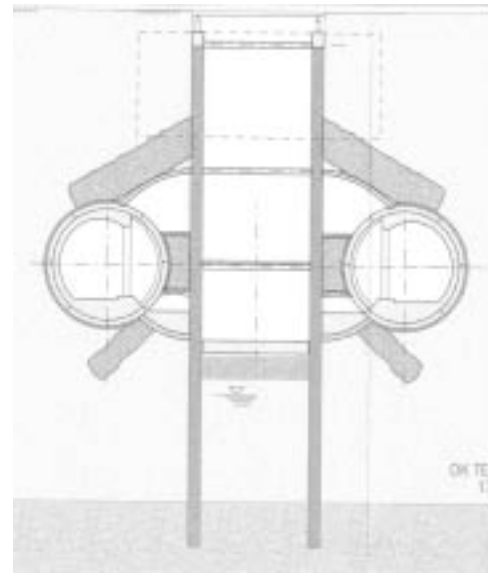
רוב קו הרכבת התת-קרקעית נבנה בסמוך לנהר (ריין) שעובר לאורך העיר קלן, וכמו כן הקו נבנה בסמוך מאוד למבנים קיימים. אי לכך, אי אפשר לבצע את התחנות התת-קרקעיות של הרכבת התת-קרקעית שנמצאים עמוק במים באמצעות שאיבה, והיה צורך לבצע את תחנות הרכבת שכולן נמצאים בתוך המים בטכניקות שלא מצריכות שאיבת מים.

כמו כן, התגלתה בעיה של קירבה יתרה של תחנות הרכבת ליסודות של מבנים קיימים ובתחנה מסוימת אף חודרת התחנה מתחת למבנה קיים והיה צורך להזיז יסודות של המבנה לצורך בניית התחנה. יש לציין שקלן היא עיר מאוד צפופה עם בתים עתיקים וגם הסדרי התנועה לצורך ביצוע התחנות - הוא בעיה רצינית ולכן התכנון היה צריך לקחת בחשבון את כל המגבלות הללו: תנועה צפופה, ביצוע ללא שאיבה ובניה בקרבת בניינים קיימים.

שיטת ביצוע על ידי הקפאה

אחת משיטות הביצוע של הגרמנים זה על ידי הקפאה של המים וביצוע עבודות בתוך המדיום של הקרח, ושימוש בקרח כאלמנטים נושאים, תוך כדי עבודה.





שיטת ביצוע על ידי אויר דחוס

הגרמנים משתמשים לפעמים בשיטה של אויר דחוס בלחץ גבוה כדי להרחיק את המים, והעובדים בתוך הקרקע באזורים שבהם יש לחץ, עובדים כמו צוללנים, כולל חדרי שחרור לחץ.

שיטת ביצוע על ידי הזרקות של JET GROWTING

השיטה הנפוצה היא לבצע מלכתחילה את מנהרות הרכבות באמצעות TBM בכריה לכל אורכם, ובמקומות שיש תחנה, שם מבצעים עבודה מיוחדת, כדי ליצור תחנה שתחילתה ב-2 מנהרות וסופה תחנת רכבת (ראה תרשימים).

סיכום

בכל 3 השיטות שפירטתי ניתן להגיע לתוצאה הדרושה והיא תחנת רכבת אטומה בתוך מי תהום, ללא שימוש בשאיבה. ההחלטה על סוג השיטה נתונה בידי הקבלן המבצע שמשקולים כלכליים ואמצעי הייצור שברשותו, וכמובן גם תלוי במתכננים. מחיר התחנות בשיטות הללו הוא אומנם לא זול, אך הוא מאפשר ביצוע תחנות במקומות בעייתיים ובעיר צפופה עם מי תהום גבוהים ובעייתיים.

