

Online Monitoring van een Microtunnel: Een Geïntegreerde Benadering voor Zettingscontrole, Real-time Beeld, Multi Gas- en Boorprocesbewaking

1. Aanleiding

De toenemende behoefte aan uitbreiding en verbetering van stedelijke infrastructuur heeft geleid tot de ontwikkeling van geavanceerde technieken voor het bouwen van microtunnels. Bij het onderkruisen van gevoelige gebieden, in dit project, zoals het NY Teater in Kopenhagen, onder hotels, 17 in dienst zijnde sporen en een metrotunnel met 1m dekking, dit in potentieel vervuilde grond, is het essentieel om de gevolgen van tunnelbouw en de bijhorende processen zorgvuldig te monitoren. De traditionele methoden voor zettingscontrole en bewaking van tunnelboorprocessen zijn tijdsintensief en kunnen onvoldoende real-time inzicht bieden. Dit heeft geleid tot de behoefte aan een geautomatiseerd, online monitorsysteem om mogelijke risico's tijdens de tunnelconstructie beter te beheersen. Dit is ontwikkeld en toegepast op twee microtunnelling projecten in het centrum van Kopenhagen, genaamd Kalvebod Brygge, met diameter DN2000 en DN3000 van respectievelijk 536m en 703m op een diepte van 17m.

2. Doelstelling

Het hoofddoel van dit project is het ontwikkelen en implementeren van een geïntegreerd onlinemonitorsysteem dat niet alleen de standaardparameters van zettingscontrole en boorprocesbewaking omvat, maar ook real-time beeldmonitoring en online gasbewaking, aangezien zwaar vervuilde grond doorkruist zal worden. Dit systeem zal zowel zettingspunten op het maaiveld, spoorwegen, metro als op beschermde gebouwen omvatten, om eventuele schade als gevolg van zettingen tijdens het tunnelboorproces nauwlettend in de gaten te houden. Daarnaast is het doel om het tunnelboorproces zelf te monitoren en te controleren om afwijkingen in real-time te detecteren en te corrigeren. Door de complexiteit van de microtunnel en de veiligheid van het personeel, is communicatie en snel handelen onder de grond van cruciaal belang. Hiervoor werd door Smet-Tunnelling een communicatiesysteem ontwikkeld via wifi. Hierop werd een camerasysteem bij op aangesloten, alsook de online van de gasmonitoring.

3. Gevolgde Werkwijze/Methode

3.1 Zettingscontrole en Bewaking

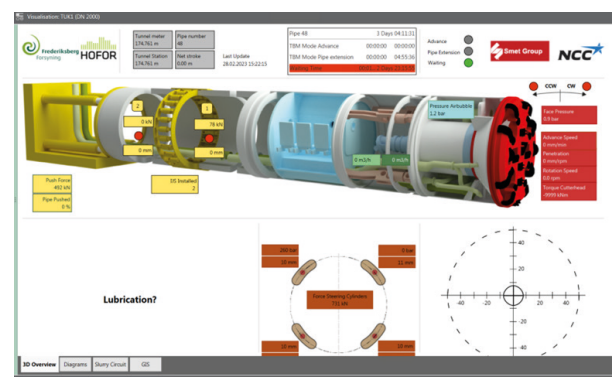
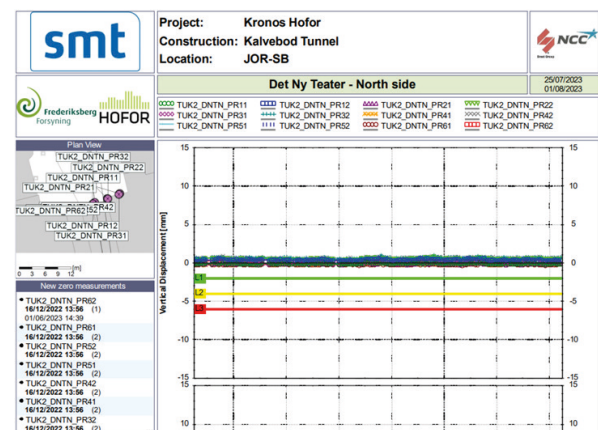
Vaste total stations worden strategisch geplaatst op zettingspunten op het maaiveld en op de beschermde gebouwen en spoorwegen die onderkruist worden. Deze total stations meten elke 15 minuten de zettingen van de invloedzone van de tunnel. Dit real-time monitoringssysteem geeft inzicht in eventuele veranderingen in de zettingen en maakt snelle reactie mogelijk. Bij het kruisen van de in gebruik zijnde metro, zullen ook trillingen gemonitord worden.

3.2 Grondwatermonitoring

Het grondwaterpeil wordt continu gemonitord om mogelijke veranderingen als gevolg van de micro tunnelconstructie te identificeren. Dit wordt bereikt door druk- en niveausensoren die in de omringende grond worden geplaatst.

3.3 Tunnelboorprocesbewaking

Het tunnelboorproces wordt online gevolgd met behulp van het Tunnel Boring Process Control (TPC) systeem. Dit systeem registreert en analyseert gegevens over boorparameters, zoals onder andere boorsnelheid, druk, en stand van de boorkop. Visuele feedback van het boorproces wordt verstrekt aan operators en projectmanagement, zodat afwijkingen onmiddellijk kunnen worden opgemerkt. De zettingsmetingen en grondwaterstanden worden automatisch gelinkt aan TPC om een onmiddellijk inzicht te verschaffen. TPC biedt ook de mogelijkheid om rapporten uit te lezen van de geboorde microtunnel voor een analyse van eventuele stilstanden of mogelijkheden te bieden voor de optimalisatie van het boorproces.

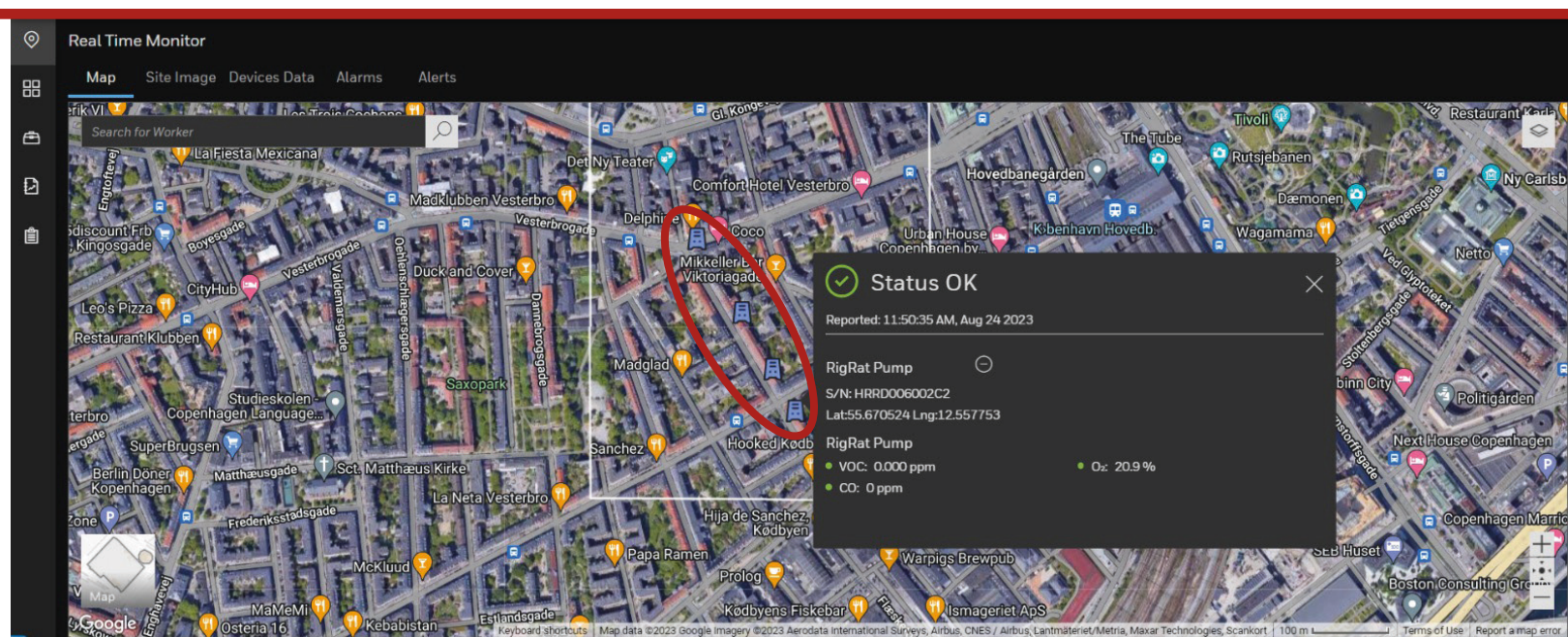


3.4 Communicatiesysteem via Wi-Fi

Een van de grootste uitdagingen tijdens het boorproces is communicatie, gezien men een besloten ruimte betreedt. Er bestaan al systemen op de markt, maar deze garanderen geen stabiele verbinding of maken het systeem door zijn vele antennes fragiel. Daardoor werd door Smet-Tunnelling een systeem ontwikkeld via Wi-Fi verbinding. Op dit systeem is ook een camerasysteem aangesloten. Door de online monitoring en de internetverbinding kunnen problemen sneller gedetecteerd worden zonder gevaar voor het personeel. Door de internetverbinding over de ganse boorstreng, is een videocall via Wi-Fi mogelijk wat de respons versnelt en de eventuele schade minimaliseert.

3.5 Nauwkeurige Gasbewaking voor Milieu- en Veiligheidsdoeleinden

Gezien de potentiële aanwezigheid van vervuilde grond en de complexe omstandigheden van dit project, wordt het "RigRats" online gasmonitoring systeem ingezet, dit in samenwerking met Honeywell. Deze toestellen worden in de startschacht, aan de ontzandingsinstallatie, op het maaiveld en in de tunnel (om de 100m) geplaatst. Dit systeem biedt een uitgebreide en real-time bewaking van verschillende gassen. Door deze aanvullende gasbewaking kan het projectteam snel reageren op eventuele gasemissies en mogelijke milieu- en veiligheidsrisico's minimaliseren. Het te detecteren gas kan ook aangepast worden voor detectie in andere vervuilde gronden.



4. Conclusies

Het ontwikkelde onlinemonitorsysteem heeft aangetoond dat het een effectieve en geïntegreerde benadering is voor het beheersen van mogelijke risico's tijdens microtunnellingconstructie. Het systeem biedt real-time informatie over zettingen, grondwaterpeil, boorprocessen, vervuilingen en trillingen, waardoor directe reactie op eventuele problemen mogelijk is.

5. Aanbevelingen

Gebaseerd op de resultaten van dit project adviseert Smet-Tunnelling naar de toekomst toe, de volgende aanbevelingen gedaan:

- Het monitorsysteem kan worden uitgebreid naar andere tunnelconstructieprojecten om de veiligheid, kwaliteit en betrouwbaarheid verder te verbeteren.
- Verder onderzoek kan zich richten op het ontwikkelen van voorspellende modellen op basis van de verzamelde gegevens om potentiële problemen vroegtijdig te identificeren.
- In het geheel biedt het onlinemonitorsysteem een innovatieve benadering om zettingspunten, tunnelboorprocessen, gasmonitoring en trillingen in de gaten te houden tijdens microtunnelconstructies. Hierdoor wordt de veiligheid van zowel de constructie als de omliggende omgeving aanzienlijk verbeterd.