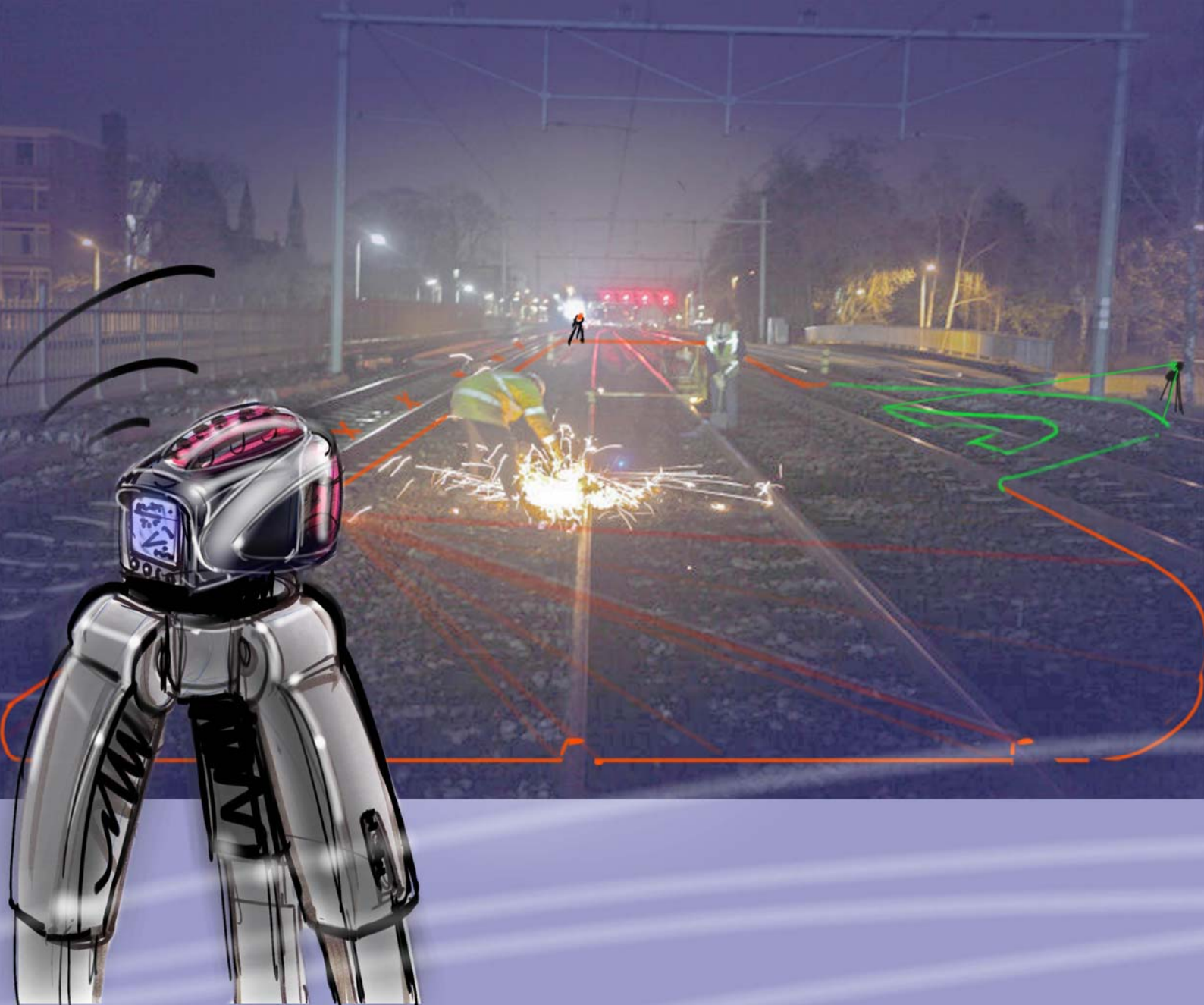




RTK Laser Werkplek Positie Bepaling

Het garanderen van een veilige werkplek voor spoorbaanwerkers

Battle of Concepts April 2009



Samenvatting

De 'RTK Laser Werkplek Positie Bepaling' is een systeem dat gebruik maakt van een combinatie van GPS en Real Time Kinematic (RTK) wat de positiebepaling van GPS corrigeert voor eventuele verstoringen van het signaal. Hierdoor wordt het GPS systeem tot op enkele centimeters nauwkeurig. Door aan deze 'RTK Laser Werkplek Positie Bepaling' een laserprojectie te koppelen, is het mogelijk om niet alleen de positie van de werkzaamheden exact te bepalen, maar ook om de werkplek zone visueel zichtbaar te maken voor de spoorbaanwerkers. Door dit systeem dat zich erg makkelijk (zelfsturend) laat plaatsen op de exacte locatie, worden fouten in de positiebepaling voorkomen. Door het geven van een geluidsignaal en een zich aanpassende laser projectiezone, worden spoorbaanwerkers op tijd gewaarschuwd als er een trein op het naastgelegen spoor nadert. Het RTK Laser Werkplek Positiebepaling-systeem zorgt ervoor dat de werkzaamheden van prorail gereed zijn voor een veilige toekomst!

Deel I, Omgevingverkenning

Locatiebepaling

Op dit moment zijn er een drietal locatiebepalingen mogelijk : **GPS, driepuntsbepaling** van het mobiele telefonieverkeer/UMTS en het Russische **GLONASS** positiebepalingsysteem. (bron: Wikipedia) Het nadeel van deze systemen is dat deze op 2,5-5 meter nauwkeurig zijn. Doordat er zich verstoringen in de atmosfeer voor kunnen doen, kan de onnauwkeurigheid in bepaalde omstandigheden veel groter zijn. Dit zal voor de positiebepaling van de werkplek midden op een Rangeer/spoorplein onacceptabel zijn en een schijnveiligheid tot gevolg kunnen hebben.

Er is momenteel een nieuw positiebepalingsysteem in aanbouw dat in 2013 volledig operationeel is: **Galileo**. **Galileo** is het Europese civiele globale satellietnavigatiesysteem dat gebouwd wordt door de EU en de Europese ruimtevaartorganisatie ESA. Het Europese systeem wordt het nauwkeurigste systeem met **millimeterpositiebepaling** waardoor dit systeem veel nauwkeuriger is dan GPS. Het wordt hiermee interessant voor bijvoorbeeld blinden, maar ook voor de bouw en landbouwsector etc. (bron: Wikipedia)

Real Time Kinematic (RTK) is een product van het Nederlandse bedrijf *Quality Positioning Services* en maakt gebruik van 36 referentiestations in Europa. De referentiestations sturen alle Amerikaanse GPS-waarnemingen, Russische Glonass-data en in de toekomst data van Europese Galileo-satellieten via internet of UMTS naar een centrale netwerkserver in Zeist. Deze server berekent voor een groot gebied alle mogelijke fouten voor de banen van satellieten, klokfouten, atmosferische vertekeningen in de atmosfeer zoals een overtrekkend buienfront. Ook zonneactiviteit kan GPS gegevens vertekenen. RTK geeft dus op de ontvangen GPS data een correctie, waardoor het reeds ontvangen GPS signaal binnen 0,4 seconde naar een op de centimeter of zelfs op de millimeter nauwkeurige positie gecorrigeerd wordt. (Bron financieel dagblad 24 Nov 2008). Dat is precies wat de werkplekpositiebepaling voor spoorbaanwerkers nodig heeft! Doordat RTK in de toekomst ook Galileo data zal gebruiken, zal RTK ook in de toekomst automatisch het meest nauwkeurige systeem volgen. Hierdoor is het nu al mogelijk om een voorschot op de toekomstige nauwkeurigheid te nemen van de satelliet positiebepalingsystemen. RTK Biedt dus nu al (en vanaf 2013 Galileo) de mogelijkheid om in een zeer korte tijd een betrouwbare afbakening neer te zetten op de mm nauwkeurig, zelfs in de uitzonderingsgevallen!

Vergelijkbare situaties

Vergelijkbare situaties of situaties met overeenkomende aspecten kunnen teruggevonden worden bij:

- **wegwerkzaamheden**, waarbij ook het werktraject afgesloten wordt van de verkeersstroom, terwijl naast dit traject nog altijd een traject in werking is. De beveiliging vindt plaats door een fysieke afsluiting met behulp van signaleringen. Het is dus altijd zichtbaar welk deel actief of werkplek is.
- **Vorkheftruck bewegingen in een magazijn**, waar zowel vorkheftruck en voetgangerpersoneel tegelijkertijd aanwezig zijn. Hier helpen vooral markeringen voor een strikte scheiding van voetgangers en vorkheftrucks in één ruimte. De Nieuwste ontwikkelingen op het gebied van voetgangerveiligheid laten een radio- aanwezigheidsdetectie zien van voetgangers als deze te dicht bij de vorkheftruck komen. Een andere oplossing is de variabele snelheid die gebruikt wordt als voetgangers en vorkheftruck elkaar naderen (image processing).
- **Positionering in de landbouw**; De voordelen van precisieplaatsbepalingen middels RTK, zijn ook ontdekt in de land- en tuinbouw, waar tractoren tot op de centimeter nauwkeurig kunnen worden aangestuurd. Aangevuld met ander data, zijn hier grote rendementsvoordelen te benutten.

Conclusie

Zowel bij wegwerkzaamheden als bij de vorkheftruck veiligheid wordt gebruik gemaakt van een zichtbare scheiding tussen werkplek en bewegend verkeer. Door het ontbreken van visuele feedback aan de spoorbaanwerkers is het aannemelijk dat niet iedereen voortdurend alle grenzen van de werkplek kan overzien.

De huidige positiebepaling op het spoor is onnauwkeurig en gevoelig voor het maken van fouten. Door de toenemende aandacht voor de veiligheid van spoorbaanwerkers is het aantal gevallen waarin onveilige situaties gesignaleerd werden door de Arbeidsinspectie en de Inspectie Verkeer en Waterstaat van 40 % in 2002 afgenomen naar slecht 5% in 2008. Dit is echter een schijnveiligheid als het nog altijd mogelijk is om 'veilig' aan het werk te zijn op het niet afgesloten baanvak.

De positiebepalingstechnieken zijn de laatste tijd zover ontwikkeld dat het nu mogelijk is om exact de positie te bepalen van een werkplek. Het is nu mogelijk om een betrouwbare positiebepaling te maken en tegelijkertijd aan de betrokken spoorbaanwerkers eenduidig overzicht te verstrekken over de grenzen waarbinnen de werkplek zich bevindt. Deze oplossing heet: **RTK laser Werkplek Positiebepaling**



Deel II Oplossing: RTK Laser positiebepaling

De huidige beveiliging van spoorbaanwerkers gaat uit van een LWB (leider werkplekbeveiliging) die de locatie van het werktraject bepaald en beveiligt. Hiervoor heeft de LWB enige hulpmiddelen;

- De LWB kan een kortsluitlans gebruiken om de spoorrails met elkaar kort te sluiten, wat voor de baanvakbeveiliging gelijk staat aan een door een trein bezet baanvlak waardoor de seinen op rood springen.
- Naast de luchthoorn die de LWB zelf meedraagt is het mogelijk om verder op in het traject een schakelaar op de rails te plaatsen die zelf een geluidssignaal genereert als er een trein aankomt.
- Verder maakt de nieuwste ontwikkeling in de beveiliging: 'Beheerste Toelating met blokschakelaar' het mogelijk dat er overdag, veilig tussen twee treinen door aan het spoor gewerkt kan worden. Dit systeem is echter erg beperkend doordat dit alleen op minder drukke trajecten toegepast kan worden (40% van de trajecten)

Figuur, Kortsluitlans (boven), schakelaar (midden), blokschakelaar (onder)



Deze bovenstaande oplossingen hebben tot doel om er zeker van te zijn dat de sporen waarop gewerkt wordt niet tegelijkertijd gebruikt wordt door het treinverkeer. Dit kent echter een beperking als op het spoor ernaast nog treinen rijden. Het blijft namelijk mogelijk dat een Spoorwerker zich op het verkeerde spoor bevindt, zonder dat deze zich ervan bewust is.

Hoe garandeer je een veilige werkplek voor spoorbaanwerkers:

Voor het veilig aan het werk zijn op een bepaald baanvak moet er voldaan worden aan de volgende eisen:

- **Baanvakgebruik:** Het is niet mogelijk dat treinen en werkzaamheden op hetzelfde baanvak plaatsvinden
- **Timing,** de afsluittijden van een baanvak moeten exact overeenkomen met dat van de werkzaamheden, en voorzien zijn van een veiligheidsmarge om aan en afvoer van materieel en personeel mogelijk te maken
- **Bepaling veiligwerkenzone:** Het is voor de LWB en de betrokken spoorbaanwerkers op ieder moment duidelijk welke locatie exact beveiligd is. (zichtbaar en verifieerbaar)
- **Omstandigheden:** ook in haastige situaties of situaties met bijvoorbeeld weinig zicht moet de Veiligwerkenzone voor alle betrokkenen duidelijk zijn.
- **Redundantie:** Het veiligheidssysteem heeft minimaal twee controlerende factoren als er één van de twee uitvalt.
- **Gebruiksvriendelijk:** het beveiligingssysteem moet eenvoudig en eenduidig te gebruiken zijn. Eenduidigheid in de plaatsing zorgt voor een correct functioneren. Het eenvoudig installeren van het systeem voorkomt het ontwijken van de beveiliging om bijvoorbeeld snel iets te doen.

RTK Laser Werkplek Positebepaling (LWP)

RTK Laser Werkplek Positebepaling Is een positiebepalingssysteem dat met behulp van GPS en RTK (software) positiecorrectie, de exacte locatie van de werkplek voor spoorbaanwerkers bepaald. De LWP-sonde is op een statief geplaatst en kan door middel van twee ingebouwde laserprojectoren tot op grote afstand een visuele zone afbakenen waarbinnen de werkplek voor de spoorbaanwerkers zich bevindt.

Niet alleen zal een rode laserprojectie ingezet worden om de gevarengrens af te bakenen, een groene laserprojectie zal eveneens de veilige toegang tot de werkplek aanduiden.

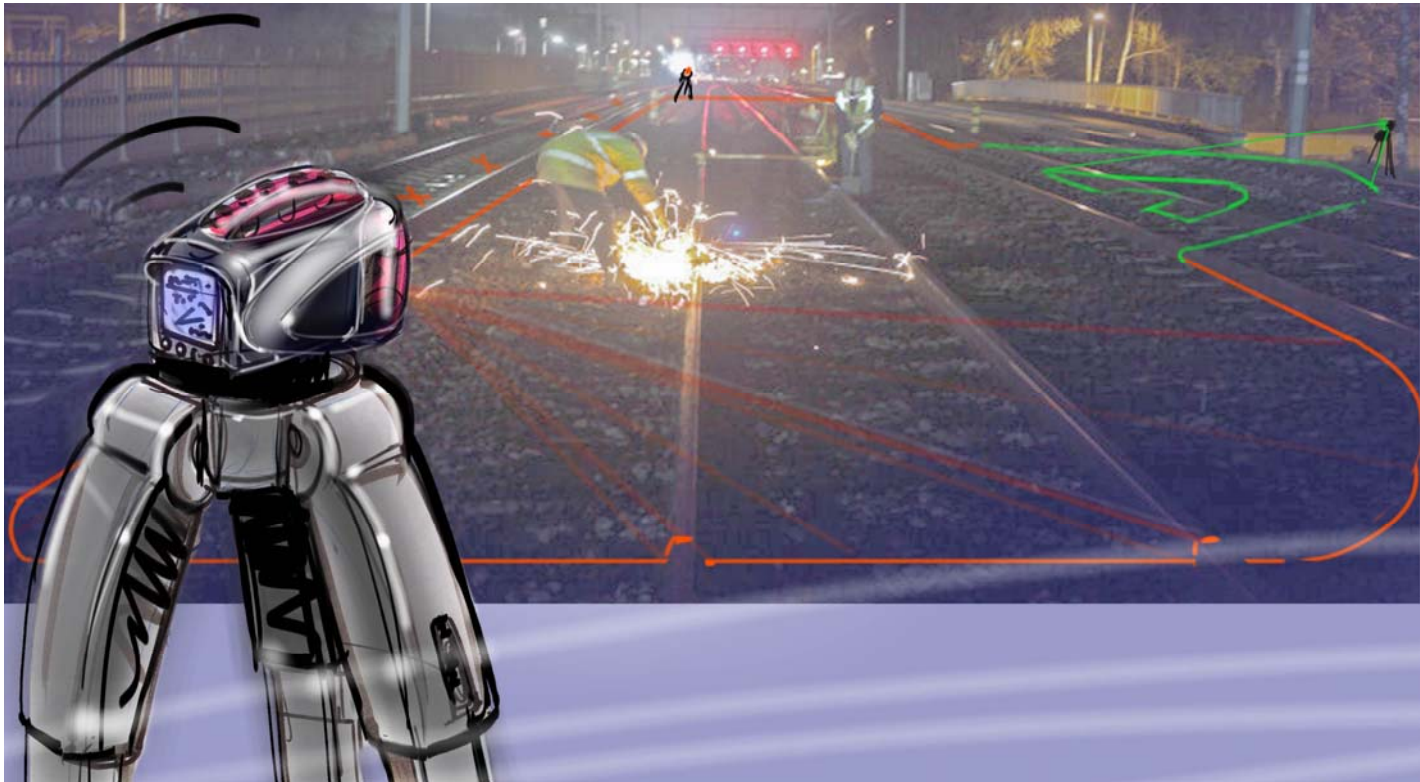
Figuur, Laser Werkplek Positebepaling sonde.

Voor één werkplek worden in totaal drie LWP-sondes geplaatst. Ieder van de 3 LWP-sondes heeft een uniek nummer (RFIDtag). De drie LWP-sondes staan voortdurend in verbinding met het systeem van de werkzaamhedenplanning. Voor de geplande werkzaamheden hebben alle drie de LWP-sondes een exacte GPS positie toegewezen gekregen. De leider werkplekbeveiliging zal de drie sondes op



exact de juiste GPS locatie plaatsen. Tijdens het plaatsen kan de Leider Werkplek Beveiliging op het display zien waar de sonde geplaatst moet worden. Zodra de LWP-sonde de juiste positie bereikt, geeft deze een bevestigend signaal. Ter controle zal de LWP-sonde daarna iedere 10 seconden een lichtsignaal geven vanuit de LED-indicator bovenop. De Leider Werkplekbeveiliging zal bij het plaatsen van de 3^e sonde een bevestiging krijgen dat alle sondes goed en exact geplaatst zijn.

Nadat de drie LWP-sondes geplaatst zijn zullen de LWP-sondes op basis van hun exacte positie een gezamenlijk laserprojectie van de werkplek genereren. (Zie figuur onder) het is zelf mogelijk om het actieve spoor met kruizen te markeren. Als een trein op het naastgelegen spoor nadert, kan het systeem door het geven van een geluidsignaal en een aanpassende laser projectiezone (De projectiezone verschuift bijvoorbeeld enkele meters weg van het actieve spoor), de spoorbaanwerkers op tijd waarschuwen. Daarnaast zal de LED indicatorlamp bovenop de LWP-Sonde een snel knipperend signaal geven.



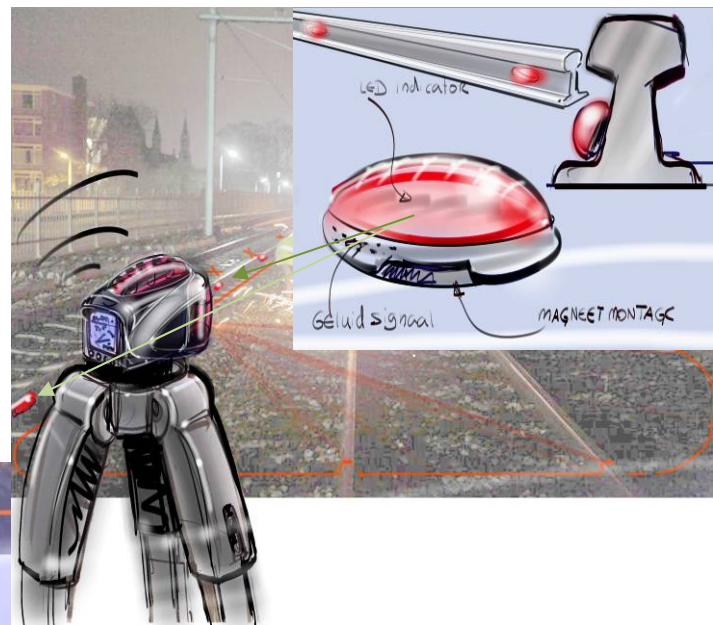
Figuur, Laser Werkplek Positiebepaling sonde. Op een statief is een GPS- module met RTK-positiecorrectie geplaatst, die door middel van laserprojectie een duidelijk zichtbaar werkplekprofiel genereert.

Doordat de *Laser Werkplek Positiebepaling* sonde, ook de beschikking heeft van een groene laserprojector, kan deze aangeven aan welke kant van het werkplekprofiel, de spoorbaanwerkers het gebied veilig kunnen verlaten. Op deze manier is het zelfs mogelijk om in een gebied met meerdere sporen naast elkaar, een werkeiland te creëren met een veilige 'tijdelijke' corridor die de spoorbaanwerker toegang tot het 'werkeiland' geeft.

Pebbles

Als een traject groter of onoverzichtelijker is dan normaal het geval is of bijvoorbeeld in het geval van mist of zware regen, heeft de Leider Werkplekbeveiliging de mogelijkheid om de lasercontouren te benadrukken met LED-Pebbles. Dit zijn ovale LED indicatoren die een magneetbevestiging bevatten waardoor deze op de basis van de actieve spoorbaan bevestigd kunnen worden. Door de actieve RFID verbinding (bereik 100m) zal bij het naderen van de trein de felle LED indicator gaan knipperen, en zal een piepsignaal klinken. De Pebbles zijn oplaadbaar op het oplaadrek dat in een auto geplaatst is.

Figuur, LED-Pebbles



ERTMS (European Rail Traffic Management System)

Doordat de *Laser Werkplek Positiebepaling* sonde net als het toekomstige ERTMS beveiligingssysteem gebruikt maakt van coördinaten in plaats van vastgestelde baanvakken, zal de LWP sonde in de toekomst een aanvullende functie krijgen. Door het exacte projectieprofiel in exacte coördinaten aan de reisleiding te zenden, zullen treinen met ERTMS automatisch beperkt worden in het naderen van de werkplek waar de werkzaamheden plaats vinden. Hierdoor zal het *Laser Werkplek Positiebepaling* in de toekomst als een soort scherm gaan werken en nog een extra veiligheidsgraad toevoegen.

Haalbaarheid en ontwikkeling

De Laserprojectie is een bestaande techniek, die een duidelijke zichtbare contour projecteert die goed zichtbaar is met lasercontour die ook bij daglicht goed zichtbaar is. De techniek is zo ontwikkeld dat er in de nabije toekomst ook een bewegingdetectie in de werkplekzone aan gekoppeld kan worden die de spoorbaanwerkers in de werkplekzone volgt. (zie toetsenbord principe hiernaast dat van zowel bewegingdetectie als laserprojectie gebruik maakt).



De GPS modules zijn eenvoudig te verkrijgen en in een softwaresysteem te implementeren. Door via een netwerk een koppeling te maken met de Real Time Kinematic software voor positiecorrectie is het systeem nauwkeurig genoeg te maken voor deze specifieke toepassing. Vanaf 2013 kan deze koppeling in het geheel vervallen als het nieuwe *Galileo* navigatienetwerk gereed is en uit zichzelf al voldoende nauwkeurigheid biedt.

Leider werkplekbeveiliging

De leider werkplekbeveiliging blijft ook binnen het nieuwe *Laser Werkplek Positiebepaling-systeem* een belangrijke rol vervullen. De Leider werkplekbeveiliging blijft in controle doordat hij de mogelijkheid heeft via het netwerk een aangepaste lasercontour aan te vragen in het geval dat de leider werkplekbeveiliging ergens risico's ziet. Het *Laser Werkplek Positiebepaling-systeem* moet daarom ook vooral gezien worden als een hulpmiddel om de veiligheid te vergroten.

Conclusie

Het **RTK Laser Werkplek Positiebepaling-systeem** is een systeem dat gebruik maakt van de laatste ontwikkelingen in de techniek van de positiebepaling en GPS. Door niet alleen een betrouwbare positiebepaling te bewerkstelligen, maar door eveneens een duidelijk zichtbare werkplekzone te creëren, zal dit systeem ook in situaties van haast en verwarring de spoorbaanwerkers voldoende informatie geven. Doordat de exacte positie van de werkplek nu door de netwerkverbinding ook bij de verkeersleiding 'realtime' bekend is, zal deze voortdurend controle kunnen uitvoeren op de afsluiting van het correcte traject. Het *RTK Laser Werkplek Positiebepaling-systeem* is een systeem dat opgebouwd wordt uit bestaande technieken en eveneens voorbereid is op het toekomstige ERTMS beveiligingssysteem.

Het LWP-systeem is gebruiksvriendelijk te plaatsen, en kan voortdurend de data spiegelen met de data die bij de verkeersleiding bekend is, zodat er eveneens een timing controle plaatsvindt.

Het *RTK Laser Werkplek Positiebepaling-systeem* zorgt voor een nauwkeurige positiebepaling en voortdurende bewaking en visualisatie van de werkzaamhedenlocatie. Hierdoor zal de Leider werkplekbeveiliging de beveiliging van de werkplek voor spoorbaanwerkers op een veel hoger niveau kunnen brengen. Het *RTK Laser Werkplek Positiebepaling-systeem* zorgt ervoor dat de werkzaamheden van prorail gereed zijn voor een veilige toekomst!