

Onbemande geluidmeetsystemen in de praktijk

E. Nieuwenhuizen
M+P Raadgevende ingenieurs
EdwinNieuwenhuizen@mp.nl
M+P Raadgevende Ingenieurs bv, www.mp.nl
Postbus 344, 1430 AH, AALSMEER, tel. +31 297 320651

Inleiding

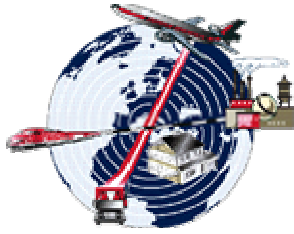
De laatste jaren hebben (semi-)permanente geluidsmetsystemen sterk aan interesse gewonnen. Dit heeft enerzijds te maken met de toenemende vraag naar een open en transparante benadering van de geluidsproblematiek. Meetresultaten worden als transparant ervaren, zeker als ze via een Internetportaal real-time worden aangeboden aan de belanghebbenden, zoals het geval is bij de meetsystemen rondom vliegvelden. Anderzijds zijn de ontwikkelingen op het gebied van meetsystemen in een stroomversnelling gekomen. Hierdoor is het relatief eenvoudig geworden om een koppeling te maken tussen de meetresultaten en de factoren die van invloed zijn op de emissie en overdracht. Het gevolg hiervan is dat complexe en variabele situaties kunnen worden onderzocht door het uitvoeren van onbemande metingen.

Dit artikel beschrijft het door M+P ontwikkelde Modulaire Meetsysteem Geluid (MMG), een onbemand meetsysteem waarmee gedurende langere tijd continu geluidsmetingen op meerdere posities kunnen worden uitgevoerd. Een belangrijk kenmerk van het systeem is dat de audiosignalen draadloos worden overgedragen aan een centrale meetpost.

Het uitvoeren van geluidsmetingen kan vooral van waarde zijn voor industriële inrichtingen, omdat volgens de Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai meten prevaleert boven rekenen. Op het gebied van weg- en railverkeerslawaai en luchtvaartlawaai is er (nog) geen juridisch kader om activiteiten te toetsen op basis van geluidsmetingen. In het artikel worden twee cases behandeld, die betrekking hebben op onbemande geluidsmetingen bij industriële inrichtingen.

Opbouw van het meetsysteem

De progressie op het gebied van (semi-) permanente geluidsmetsystemen is vooral te danken aan de ontwikkeling van de personal computer, Internet en draadloze signaaloverdracht. Het meetsysteem van nu is een op een PC gebaseerd platform, waarmee geluidsmetingen gelijktijdig op meerdere locaties kunnen worden uitgevoerd. MMG maakt gebruik van één centrale meetpost, die is uitgerust met de meetcomputer, en meerdere satellietposten in en om het brongebied. Het systeem is modulair opgebouwd en breed inzetbaar. Het bij de

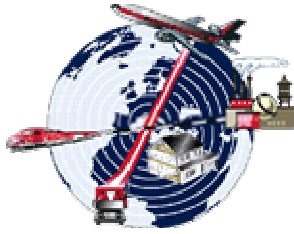


satellietposten gemeten audiosignaal wordt draadloos overgedragen aan de centrale meetpost. Hier wordt de informatie geanalyseerd met behulp van een meerkanaals data acquisitie unit en opgeslagen op harde schijf. Door de centrale gegevensverwerking ontstaat een overzichtelijk beeld van de situatie bij de verschillende meetpunten. De meetcomputer kan via een GPRS/UMTS verbinding op afstand worden ingesteld en real-time worden uitgelezen. Het is tevens mogelijk om de apparatuur op afstand te ijken en meetgegevens voor nadere analyse en tussentijdse rapportage te downloaden.

Een belangrijk voordeel van het draadloze systeem is dat de meetposten op onderling grote afstand geplaatst kunnen worden. Met MMG is het mogelijk om metingen te verrichten in een gebied met een straal van enkele kilometers. Hierdoor kan gelijktijdig onderzoek worden gedaan bij de bron en bij de ontvanger.



Figuur 1 weergave van de centrale meetpost



Bepaling van de meteorologische omstandigheden

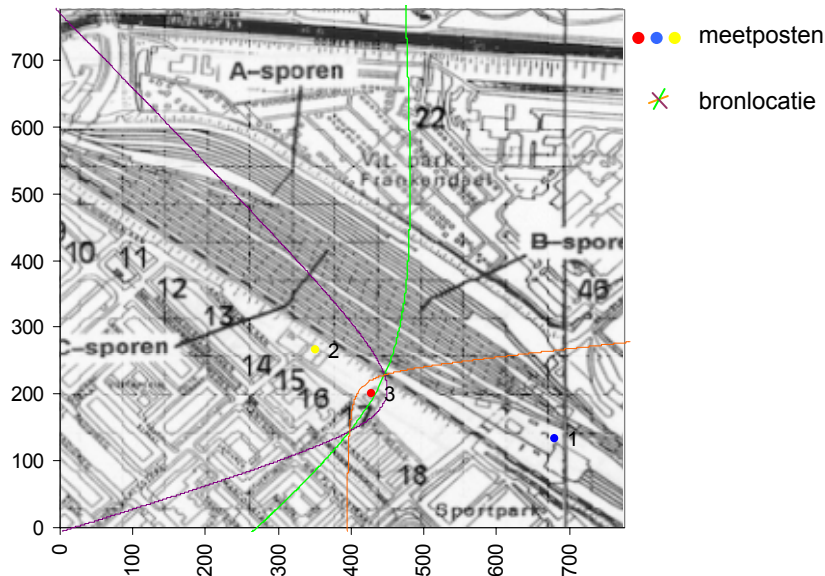
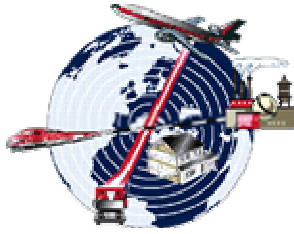
Om de invloed van de variabele omgevingscondities te beoordelen kunnen de meetposten worden uitgerust met een meteoset, waarmee de meteorologische parameters worden vastgelegd. Zo kan worden beoordeeld of de geluidsoverdracht in de betreffende periode representatief was, bijvoorbeeld door toetsing aan de meteoraamcondities die gesteld worden in de Handleiding. In sommige situaties zijn de meteorologische omstandigheden van invloed op de geluidsemissie. Zo is de vochtigheid van wissels van invloed op het optreden van booggeluid dat ontstaat bij het rijden van spoorwegmaterieel over de wissels. Op basis van de metingen met een neerslagsensor en een luchtvochtigheidssensor kunnen relatief natte perioden worden uitgesloten van beoordeling. Verder kan de gemeten windsnelheid worden gebruikt ter onderscheiding van perioden waarin sprake was van stoorgeluid (ruisende bomen) of pseudogeluid.

bronherkenning met behulp van camera's

Het is in veel gevallen zinvol om gegevens met betrekking tot de bron te registreren. Dit is mogelijk door gebruik te maken van camera's. Door de ontwikkelingen op het gebied van WLAN kan het meetsysteem worden uitgebreid met een draadloos cameranetwerk. Camera's zijn bij uitstek geschikt om de route en het type van mobiele bronnen te bepalen. Hierbij kan worden getriggerd op beweging of op een geluidsniveau. Bij het passeren van een mobiele bron worden de bewegende beelden via WLAN overgedragen aan de meetcomputer, die in het netwerk fungeert als server. Vervolgens kunnen de betreffende fragmenten in de geluidsanalysesoftware worden gecodeerd.

Bronlokalisatie

Door gebruik te maken van een meerkanaals meetsysteem zijn er geen problemen met tijdsynchronisatie van de verschillende meetposten. Hierdoor is het vaak mogelijk om de locatie van de geluidsbron te bepalen. Het looptijdverschil tussen de met behulp van twee microfoons gemeten audiosignalen is immers evenredig met het verschil in afstand tussen de geluidsbron en de twee microfoons. Een vast verschil in afstand tussen de bron en de microfoons kan wiskundig worden beschreven met een hyperbool. Bij het gebruik van meerdere microfoons geeft het snijpunt van de hyperbolen de bronpositie weer. De looptijdverschillen kunnen worden bepaald met behulp van kruiscorrelatietechnieken. De index die hoort bij de maximale piek van de kruiscorrelatie geeft de tijdsvertraging tussen de gemeten audiosignalen aan.



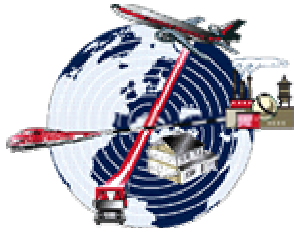
Figuur 2 lokalisatie van een geluidsgebeurtenis

Audio recording

De harde schijf heeft sinds de introductie in 1956 een stormachtige ontwikkeling doorgemaakt. Nog steeds verdubbelt de opslagcapaciteit jaarlijks bij gelijkblijvende prijs. De capaciteit is inmiddels voldoende om, naast de equivalente niveaus, piekniveaus en statistische grootheden, meerdere kanalen full range audio gedurende langere perioden weg te schrijven. De audiobestanden kunnen worden gebruikt om bijvoorbeeld de situatie te beoordelen op stoorgeluid of tonaliteit. Daarnaast zijn de audiobestanden van nut in situaties waarbij (discontinu) klachten van omwonenden worden ontvangen. Door het beluisteren van de opgeslagen geluidsbestanden en het uitvoeren van nadere analyses kan de oorzaak van de klacht vrijwel altijd worden achterhaald.

Case 1: gasopslaginstallatie

Het meetsysteem is in totaal drie perioden ingezet bij een grote gasopslaginstallatie. De inrichting beschikt onder meer over twee grote injectiecompressoren, die een discontinue bromtoon veroorzaken. In de beginfase is uitsluitend onderzoek verricht aan de emissiezijde. Later ontstond behoefte om metingen te verrichten in de omgeving van de installatie. Omdat de installatie gedurende een korte periode in bedrijf is, is besloten om continu geluidsmetingen uit te voeren met MMG. Ten behoeve van het onderzoek zijn de relevante parameters uit de DCS omgeving, zoals toerentallen, drukken en temperaturen, gekoppeld aan



de meetresultaten. Er is gemeten op in totaal 9 posities op afstanden tot 1200 meter van de installatie.

Met behulp van het onbemande meetsysteem is onder meer het volgende onderzocht:

- het verband tussen procesparameters en optreden van tonaal geluid;
- het deel van de tijd waarin sprake is van tonaal geluid;
- het effect van geluidsreducerende maatregelen;
- de oorzaak van meldingen met betrekking tot geluidshinder;
- de heersende immissieniveaus op de vergunningspunten.

Case 2: spoorwegemplacement

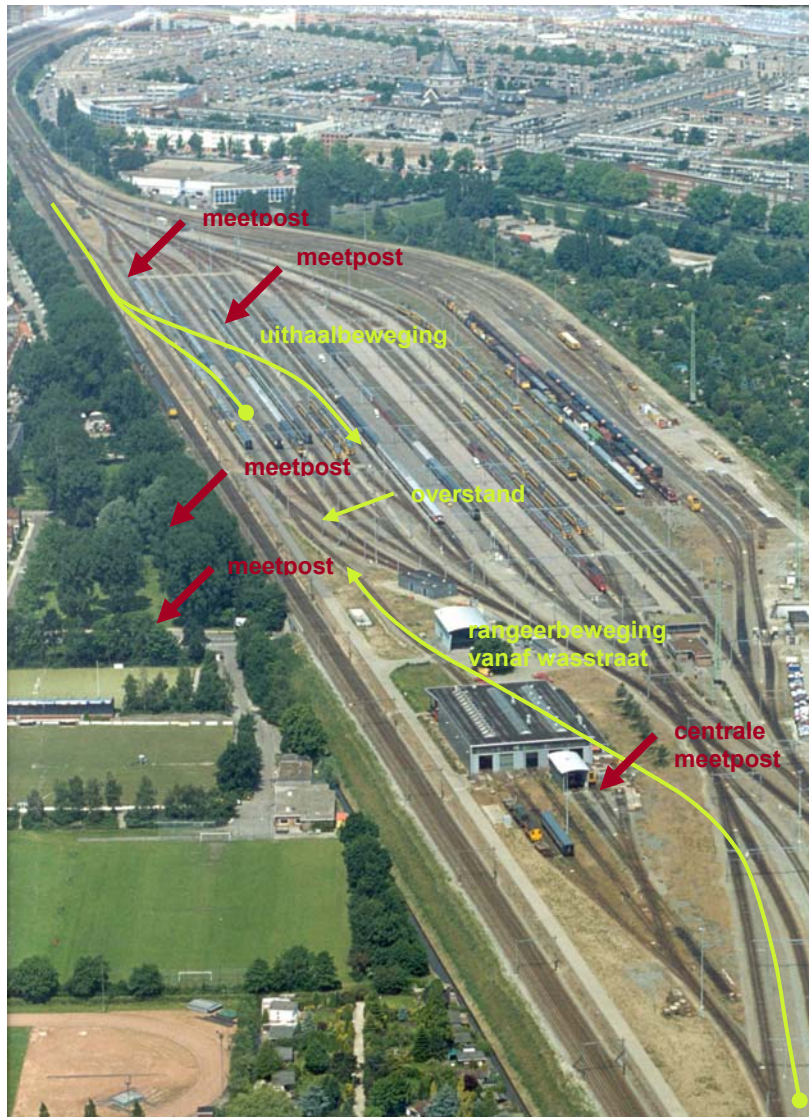
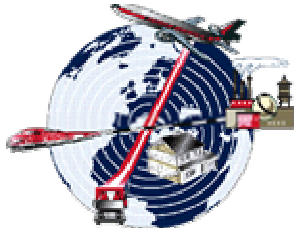
In het najaar van 2004 is MMG ingezet op een reizigersemplacement. Doel van de metingen was het controleren van het door M+P ontwikkelde dynamische rekenmodel (DGM). Met dit rekeninstrument wordt de geluidsimmissie op de beoordelingspunten van de inrichting berekend op basis van de planningsgegevens van Nedtrain. Het gebruik van een dynamisch rekenmodel is van groot nut in die situaties waarin sprake is van een sterk wisselende bedrijfssituatie.

Met behulp van DGM is bepaald welke beoordelingspunten uit de vergunning bepalend zijn voor geluid en welke processen de belangrijkste bijdrage leveren aan de immissieniveaus. Het meetonderzoek is beperkt tot die beoordelingspunten en processen:

- beoordelingspunt I, waar overstandgeluid bepalend is voor het geluidsniveau;
- beoordelingspunt II, waar rangeerbewegingen over het centrale deel van het emplacement bepalend zijn voor geluid;
- beoordelingspunt III, waar rangeerbewegingen ten gevolge van het uithalen van materieel bepalend zijn.

De meetposten zijn zo dicht mogelijk op de betreffende vergunningspunten geplaatst. Hierdoor was het mogelijk om - naast de emissie - de overdrachtdemping te onderzoeken. Het emplacement is gelegen op verhoogd terrein ten opzichte van de omliggende woonbebouwing, waardoor er sprake is van afscherming. Doordat de nauwkeurigheid van schermcalculaties conform de methode uit de Handleiding beperkt is, was het van belang om een immissiegerichte aanpak te hanteren.

Voor de bronherkenning van het rollend materieel is gebruik gemaakt van de planningsgegevens van het emplacement en digitale camera's met motion detection. Hiermee is het type van het materieel en het aantal bakken bepaald. Vervolgens zijn de brongegevens ingevoerd in het rekenmodel en zijn de gemeten niveaus vergeleken met de berekende niveaus. Gebleken is dat meten en rekenen op punt III zeer goed overeenstemmen, maar dat de berekende waarden op punt II 2 dB hoger zijn dan in werkelijkheid wordt gemeten.



Figuur 3 meetopstelling op het emplacement Watergraafsmeer