

Geluidsreductie in de procesindustrie: een zaak van trillingsbeheersing

In de grote chemische procesindustrie en bij olieraffinaderijen is het gebruikelijk om de productieapparatuur niet in gebouwen, maar in de open lucht op te stellen. Hierbij wordt meestal gebruikgemaakt van grote open staalconstructies met daarin verschillende vloeren waarop de apparatuur wordt geplaatst. Door het ontbreken van gevels en daken wordt het door de installaties veroorzaakte geluid vrijwel onbelemmerd naar de omgeving uitgestraald. Door steeds zwaardere apparatuur, in combinatie met het frequentieafhankelijke effect van geluidsreducerende voorzieningen, neemt het aandeel (relatief) laagfrequent geluid met een frequentie van minder dan 200 Hz in de totale geluidsemissie nog steeds toe. Door het sterk frequentieafhankelijke effect van de luchtdemping wordt laagfrequent geluid een steeds belangrijker oorzaak van geluidshinder op grote afstand van de industrie. Omdat laagfrequent geluid voor een belangrijk deel wordt veroorzaakt door trillingen die afkomstig zijn van grote apparatuur, is het van groot belang dat bij het terugdringen van de geluidsemissie bij de grote procesindustrie meer aandacht aan trillingsbeheersing wordt besteed. Bij wijze van voorbeeld wordt nader ingegaan op de specifieke problemen bij grote turbocompressoren, zoals gebruikelijk bij zuurstoffabrieken en installaties voor transport en opslag van aardgas. Tevens wordt ingegaan op het effect van de toename van de emissie van laagfrequent geluid in het Rijnmondgebied, een der belangrijkste concentratiegebieden van de procesindustrie in Europa.

Robert Baars

GELUIDSEMISSIE DOOR DE GROTE INDUSTRIE

Ondanks ruime aandacht voor het onderwerp is de geluidsemissie van de grote industrie in de afgelopen decennia niet verminderd. Hoewel de meeste apparatuur duidelijk geluidarmer is geworden, wordt het effect hiervan vaak ruimschoots tenietgedaan door schaalvergroting en de toename van installatiedichtheid en bouwhoogte. Hiernaast leidt veroudering en het steeds verder opvoeren van de productiecapaciteit van oudere fabrieken vaak tot toename van de geluidsemissie van de bestaande industrie. Uit diverse onderzoeken die zijn uitgevoerd in het Rijnmondgebied, met name 'Bestaand Rotterdams Gebied' en 'Deltaplan Geluid', blijkt de geluidsemissie

van de grote procesindustrie en de olieraffinaderijen nog steeds toe te nemen. Vooral met betrekking tot de grote procesindustrie wordt in de nabije toekomst een verdere toename van de geluidskentallen per eenheid van terreinoppervlakte verwacht. Hiernaast blijkt het door de industrie uitgestraalde geluid steeds laagfrequenter te worden. Het gevolg van de toename van de geluidsbelasting tengevolge van vooral laagfrequent geluid is, zowel achteruitgang van het woon- en leefklimaat als toename van de ruimtelijke beperkingen, waaronder een vermindering van de gebruiksmogelijkheden van de industrieterreinen en een beperking van de groeimogelijkheden voor de hierop gevestigde industrie. In het voorbeeld van het Rijnmondgebied stelt de verwachte ontwikkeling van de geluidsbelasting van de omgeving, duidelijke grenzen aan het gebruik van het bestaande areaal. Uit de resultaten van een onderzoek uitgevoerd in opdracht van het CPB, ten behoeve van de kostenbatenanalyse van uitbreiding van de Rotterdamse haven door landaanwinning (tweede Maasvlakte), blijkt dat de toene-

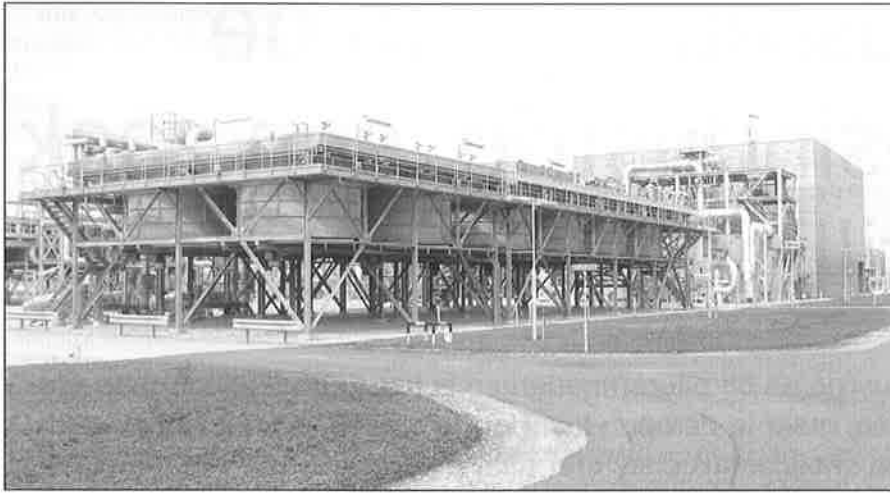
mende geluidsemissie een der belangrijkste beperkingen is voor de verwachte groei van de procesindustrie in het huidige Rijnmondgebied.

BELANGRIJKE GELUIDSBRONNEN IN DE PROCESINDUSTRIE

Het door de procesindustrie naar de omgeving uitgestraalde geluid wordt naast stroming van gassen en vloeistoffen voornamelijk veroorzaakt door mechanische trillingen van apparatuur. Verbrandingsgeluid van stoomketels, industrieformuizen en fakkels wordt in dit verband als een bijzondere vorm van stromingsgeluid beschouwd. Bij fabrieken waar bij het ontwerp en de bouw relatief weinig aandacht aan geluidsbeheersing is besteed, bestaat de geluidsemissie meestal voor het grootste deel uit breedbandig stromingsgeluid, dat door grote aantallen bronnen wordt veroorzaakt, waaronder regelkleppen, pompen, leidingen en ventilatoren, met inbegrip van de koelventilatoren van elektromotoren. Het maximum in het spectrum van door niet-geluidarme procesindustrie veroorzaakt geluid ligt in de praktijk meestal tussen de 500 en 1000 Hz.

Over de auteur:

Ing. R. Baars is vakgebiedcoördinator procesindustrie en apparatenbouw en als senior consultant werkzaam bij M+P Raadgevende ingenieurs B.V. in Aalsmeer.



Laagfrequent stromingsgeluid wordt in de regel alleen opgewekt door zeer grote apparatuur, zoals gasturbines, stoomketels en grote axiale ventilatoren van koeltorens. Laagfrequent verbrandingsgeluid van stoomketels, industriefornuizen en fakkels wordt meestal veroorzaakt door instabiele verbranding en kan meestal goed worden bestreden door de juiste keuze en afstemming van de branders of het gebruik van geluiddempers in de verbrandingslucht- of rookgaskanalen. Verdere reductie van laagfrequent verbrandingsgeluid kan vaak echter alleen worden bereikt door vermindering van de trillingen in de wanden of de hierop aanbrengende (thermische) isolatie. In de meeste gevallen komt dit neer op het adequaat afsteunen van de beplating van de akoestische isolatie in combinatie met het gebruik van ontdeuningsmaterialen. Bij het bepalen van de stijfheid van de constructie moet hierbij worden uitgegaan van het frequentiegebied van het te onderdrukken geluid.

Meestal is de bijdrage van laagfrequent stromingsgeluid bij de grote procesindustrie relatief gering en wordt het grootste deel van de laagfrequente geluidsemissie door mechanische trillingen veroorzaakt, die vooral van grotere roterende machines afkomstig zijn. Vooral bij geluidsarme fabrieken, waarin relatief veel zware apparatuur aanwezig is, kunnen laagfrequente trillingen verantwoordelijk zijn voor een aanzienlijk deel van de totale geluidsemissie. Het gebruik van omkastingen, dempers of akoestische isolatie is hier nauwelijks zinvol omdat deze middelen bij lage frequenties weinig effectief zijn. De meest effectieve methode ter reductie van het laagfrequente geluid is dan trillingsbeheersing en dan bijvoorbeeld zo dicht mogelijk bij de bron.

GELUIDS- EN TRILLINGS-BEHEERSING IN DE PRAKTIJK

De meeste gebruikelijke methoden om de geluidsemissie van de procesindustrie te

beperken zijn gericht op reductie van het breedbandige stromingsgeluid. Door middel van brongerichte aanpassingen in het ontwerp van de fabriek of installatie kan het ontstaan van geluid zo veel mogelijk worden tegengegaan, bijvoorbeeld door aanpassingen in de lay-out van de fabriek en selectie van geluidsarme productieprocessen en apparatuur, zoals speciale regelkleppen en elektromotoren met geluidsarme koelventilatoren. Hiernaast kan de geluidsafstraling of de geluidsoverdracht naar de omgeving worden verminderd door aanvullende voorzieningen of akoestische materialen, zoals dempers, akoestische leidingisolatie of geluidsomkastingen. Maatregelen die direct ingrijpen in het ontwerp van de installatie of fabriek zijn in principe effectiever dan toegevoegde voorzieningen en verdienen hierom vrijwel altijd de voorkeur. In de praktijk echter zijn deze zuivere bronmaatregelen veel minder gebruikelijk dan nageschakelde voorzieningen. Dit is voor een groot deel te wijten aan een gebrek aan kennis op dit gebied bij de betrokkenen en het late stadium waarin de geluidsspecialisten doorgaans bij de engineering van de projecten worden betrokken.

Bij het ontwerp van nieuwe fabrieken wordt in de praktijk wel enige rekening met de geluidseisen gehouden, maar op het gebied van trillingsbeheersing is bij de ontwerpers nog weinig kennis en ervaring aanwezig. Bovendien beperkt men zich hierbij meestal tot de potentieel schadelijke laagfrequente mechanische trillingen die het gevolg kunnen zijn van sterke onbalans of die juist opzettelijk door bijvoorbeeld trilmotoren worden veroorzaakt. Trillingsisolatie van grote apparatuur, zoals grote pompen en compressoren, wordt zelden in het ontwerp van de fabrieken opgenomen en dan nog uitsluitend ter bescherming van de apparatuur zelf of ter voorkoming van schade aan leidingen of staalconstructies in de directe omgeving. Lawaai-beheersing speelt hierbij

zelden een rol. Ook trillingsisolatie van leidingen op leidingenbruggen wordt in de praktijk nog veel te weinig in het ontwerp van de fabrieken of installaties opgenomen.

Vooraf bij bestaande fabrieken, waar bij het ontwerp en de bouw relatief weinig aandacht aan het geluidaspect is besteed, kan met de reductie van (indirect) stromingsgeluid doorgaans nog een aanzienlijke vermindering van de totale geluidsemissie worden gerealiseerd. Het effect van isolatie, dempers en omkastingen sluit echter goed aan bij de frequentiespectra van de (indirecte) stromingsbronnen zoals pijpleidingen en leidingenbruggen, maar is aanzienlijk geringer bij lage frequenties. Bij sommige voorzieningen, zoals hoogwaardige akoestische leidingisolatie, kan het effect bij lage frequenties zelfs negatief zijn en is een toename van de laagfrequente geluidsemissie het directe gevolg. Het resultaat van het relatief geringe effect van leidingisolatie, geluiddempers en omkastingen op de laagfrequente geluidsemissie is een verschuiving van het spectrum van de totale geluidsemissie. Door de frequentieafhankelijke luchtdemping en de bij procesindustrie gebruikelijke grote afstanden tussen brongebied en de ontvanger wordt de relatieve bijdrage van laagfrequent geluid in de woonbebouwing nog verder vergroot. Dit heeft tevens tot gevolg dat het effect van geluidsmaatregelen op grote afstand vaak aanzienlijk minder groot is dan op grond van de reductie van de geluidsemissie wordt verwacht. Bij zeer grote industriegebieden, zoals het Rijnmondgebied, komt het zelfs voor dat de geluidsemissie geleidelijk wordt verminderd, terwijl de geluidsbelasting in de verafgelegen woonbebouwing toeneemt. Dit probleem wordt versterkt doordat handhaving vaak plaatsvindt op basis van dichtbijgelegen vergoingspunten, terwijl de woonbebouwing en de zonegrens op veel grotere afstand van het fabrieksterrein gelegen zijn.

LAAGFREQUENT GELUID EN DE VOORDELEN VAN TRILLINGS-BEHEERSING

Wanneer een nieuwe fabriek is gebouwd volgens de geldende stand van de techniek (en ALARA), of wanneer de geluidsemissie van een bestaande fabriek reeds aanzienlijk is gereduceerd, is het aandeel door mechanische trillingen veroorzaakt laagfrequent geluid in de totale geluidsemissie groter dan wanneer weinig aandacht aan lawaai-beheersing is besteed. Een direct gevolg van de relatief laagfrequente emissiespectra bij geluidsarme fabrieken is dat ook de effectiviteit van eventueel noodzakelijke aanvullende geluidsmaatregelen gering is, aangezien ook deze vanzelfsprekend weinig invloed

hebben op de emissie van het laagfrequente geluid.

Verdere verbetering van de geluidssituatie kan in dergelijke omstandigheden hierom het beste worden gerealiseerd door maatregelen die zijn gericht op reductie van de mechanische trillingen, die doorgaans voor een belangrijk deel van zware roterende of oscillerende delen van machines afkomstig zijn. De van de apparatuur afkomstige trillingen worden in principe overgebracht op alle onderdelen van de fabriek die met de machine in contact staan, inclusief de fundatie. Omdat de afstralende oppervlakken van deze in trilling gebrachte onderdelen meestal veel groter zijn dan het oppervlak van de apparatuur zelf wordt in de regel geluid meestal door de aangesloten leidingen en de staalconstructies afgestraald.

Vermindering van het door mechanische trillingen veroorzaakte geluid kan het beste worden gerealiseerd door het ontstaan van deze trillingen zo veel mogelijk te voorkomen, bij voorkeur door toepassing van trillingsarme productieprocessen en selectie van trillingsarme apparatuur. Dit is echter alleen uitvoerbaar indien in een vroeg stadium van het project kan worden ingegrepen in het ontwerp en als bij de keuze van de processen en apparatuur meerdere alternatieven bestaan, met andere woorden als er ook iets te kiezen valt. In het algemeen is het effect van trillingsbeheersing aan de bron het grootst indien de aanpassingen zo dicht mogelijk bij de bron worden gerealiseerd. Naast de genoemde keuze voor geluids- en trillingsarme productieprocessen en apparatuur is ook de lay-out van de fabriek en de installatie van de apparatuur van invloed op het ontstaan van geluid en trillingen. Door bijvoorbeeld

trillingsgeïsoleerde installatie van de apparatuur of het gebruik van trillingsisolerende compensatoren tussen de apparatuur en de hierop aangesloten leidingen kan de overdracht van trillingen naar de afstralende oppervlakken verder worden tegengegaan. Omdat de hiervoor noodzakelijke aanpassingen in bestaande fabrieken vaak niet of uiterst moeilijk realiseerbaar zijn, verdient het de voorkeur deze in een zo vroeg mogelijk ontwerp stadium van de installatie aan te brengen. Echter, ook bij geluidsreductie van bestaande (geluidsarme) industrie is een op vermindering van door mechanische trillingen gerichte aanpak vaak effectiever dan grootscheepse isolatie of omkasting van afstralende oppervlakken.

TRILLINGEN VEROOorzaakt DOOR KLEINERE POMPEN, VENTILATOREN EN REGELKLEPPEN

Na het plaatsen van dempers op in- en uitlaten en het afsluiten van eventuele openingen in gebouwen wordt vrijwel al het overige geluid dat naar de omgeving wordt uitgestraald, direct door of door tussenkomst van mechanische trillingen veroorzaakt. Dit geldt ook voor het indirecte stromingsgeluid, dat vooral door (regel)kleppen en kleinere equipment zoals pompen en ventilatoren wordt opgewekt en hoofdzakelijk door leidingen en kanalen wordt afgestraald. Deze leidingen en kanalen zijn op hun beurt, net als de apparatuur zelf, star verbonden met de staalconstructies en de leidingenbruggen, zodat ook hierdoor een belangrijke bijdrage aan de totale geluidsemissie kan worden geleverd. Omdat door mechanische trillingen van kleinere apparatuur en (regel)kleppen meestal relatief weinig laagfrequent

geluid en trillingen worden veroorzaakt, kan de geluidsemissie ten gevolge van deze bronnen zeer goed worden bestreden door omkasting of akoestische isolatie van de bron, indien nodig in combinatie met akoestische leidingisolatie. Tevens is het door de weinig laagfrequente spectra in de meeste gevallen eenvoudig om de op kleppen en apparatuur aangesloten leidingen en kanalen trillingsgeïsoleerd in de staalconstructies en op de leidingenbruggen te monteren.

Ook is het bij kleinere apparatuur en kleppen voor niet te hoge druk vaak goed mogelijk om bij de montage van leidingen en kanalen gebruik te maken van balgen of compensatoren, waarmee de overdracht van mechanische trillingen van de apparatuur naar de leidingen en de hieraan gekoppelde staalconstructies wordt verminderd. Dit is echter meestal niet mogelijk bij pompen en compressoren voor hoge drukken, zoals ketelvoedingwaterpompen en zeer grote compressoren, die onder meer worden gebruikt bij zuurstoffabrieken en productie, transport en ondergrondse opslag van aardgas.

Bij de kleinere apparatuur veroorzaken alleen sommige compressoren, blowers en verdringerpompen significante laagfrequente leidingtrillingen, die dan meestal worden veroorzaakt door drukpulsaties in het medium. De hierdoor veroorzaakte leidingtrillingen en wisselkrachten zijn niet alleen verantwoordelijk voor het ontstaan van laagfrequent geluid, maar kunnen tevens een aanzienlijke belasting en zelfs beschadiging van de leidingen en de leidingsupports veroorzaken. Bij zeer sterke door drukpulsaties veroorzaakte wisselkrachten komt zelfs leidingbreuk of schade aan leidingsupports voor, meestal als gevolg van vermoeiing (fatigue).

Doorgaans worden de door drukpulsaties veroorzaakte problemen bestreden door toepassing van pulsatiedempers, vaak in combinatie met nauwkeurig berekende leidingsupports. Door toepassing van trillingsgeïsoleerde leidingsupports en machinefundaties kan de overdracht van mechanische trillingen naar de staalconstructies verder effectief worden beperkt, waardoor ook hier de afstraling van laagfrequent geluid aanzienlijk wordt verminderd. Het is hierbij van groot belang dat aanpassingen aan leidingen en supports, pulsatiedempers en trillingsisolatie voldoende nauwkeurig worden berekend.

TRILLINGEN VEROOorzaakt DOOR GROTE ROTATING EQUIPMENT

Roterende machines, in de procesindustrie meestal aangeduid als 'rotating equipment', zijn meestal de belangrijkste veroorzakers van trillingen en hierdoor veroorzaakt laagfrequent geluid. Aan door grote roterende apparatuur veroorzaakte



trillingen kunnen diverse oorzaken ten grondslag liggen, zoals onbalans, (hoek)versnellingen, tandwielen, wentel-lagers en elektromagnetische velden. Een belangrijke eigenschap van de trillingen is dat er meestal een relatie aanwezig is tussen de frequentie(s) van de trillingen en het toerental van de machine.

Door afmetingen en massa van de grote roterende apparatuur kan een sterke laag-frequente geluidsafstraling worden veroorzaakt. Doordat de apparatuur in het algemeen star is gekoppeld aan omvangrijke pijpleidingsystemen, waarbij meestal geen trillingsgeïsoleerde supporting wordt toegepast, kan hierdoor ook veel laagfrequent geluid worden veroorzaakt. Bij zeer grote en zware machines is het meestal niet of nauwelijks mogelijk om de machiefundaties te voorzien van trillingsisolatie, zodat hierdoor sterke trillingen in de fundatie en de bodem kunnen worden veroorzaakt. Hoewel fundaties bij zeer grote equipment meestal gescheiden worden uitgevoerd en dus zijn voorzien van aparte heipalen, kunnen van de machines afkomstige trillingen zich via de bodem voortplanten en zelfs op grote afstand van de bron sterke bodemtrillingen veroorzaken, waardoor ook de hierop geplaatste apparatuur in trilling wordt gebracht. Ook deze trillingen kunnen een aanzienlijke bijdrage leveren aan het door de installaties en fabrieken uitgestraalde laagfrequente geluid.

Bij moderne geluidsarme (petro)chemische fabrieken en installaties ten behoeve van de olie- en gaswinning wordt het laagfrequente geluid, dat door mechanische trillingen van zware apparatuur wordt veroorzaakt, een steeds belangrijker bestanddeel van de geluidsbelasting op de vergunningspunten en in de woonbebouwing op grote afstand tot de bron. Bij grote installaties voor de winning, het transport en de opslag van aardgas wordt vaak gebruikgemaakt van grote centrifugaalcompressoren, die door zware elektromotoren of gasturbines worden aangedreven. Omdat deze installaties vaak in een zeer geluidsgevoelige omgeving moeten worden gerealiseerd, wordt bij het ontwerp en de bouw bijzonder veel aandacht aan het geluidsaspect besteed. Naast zeer grote compressoren bevatten deze installaties meestal ook grote ventilatorkoelers en fornuizen.

Doordat het stromingsgeluid bij deze geluidsarme installaties door leidingdempers, akoestische isolatie en omkastingen zeer sterk is onderdrukt, is het resulterende emissiespectrum meestal sterk laagfrequent. Omdat door de aanwezigheid van zware roterende apparatuur ook vrijwel onvermijdelijk tonale componenten worden opgewekt, kan de hinder bij de omliggende woningen door een duidelijk

hoerbare bromtoon worden versterkt. Omdat bij het ontwerp van dit type installaties meestal weinig of geen rekening met het ontstaan van laagfrequent geluid door machinetrillingen wordt gehouden zijn ook geen speciale voorzieningen ter voorkoming van deze bromtonen in het ontwerp aangebracht. Mede door de vaak toch al zeer strenge geluidseisen die aan dergelijke installaties worden gesteld, leidt dit dikwijls tot overschrijding van de vergunningseisen. Vaak worden de compressoren en de grote koelventilatoren voorzien van een aandrijving met variabel toerental, waardoor ook de aan de toerentalen gerelateerde frequenties van de trillingen en het hierdoor veroorzaakte laagfrequente geluid sterk kunnen variëren. Omdat in de grote en zware leidingsystemen en de leidingenbruggen onvermijdelijk vele resonantiefrequenties in het frequentiegebied van de excitatie aanwezig zijn, zijn de transmissie en de sterkte van de trillingen in dergelijke gecompliceerde systemen sterk afhankelijk van het toerental van de aandrijving. Ook de afstraling van laagfrequent geluid tengevolge van de trillingen in leidingen en leidingenbruggen kan bij deze apparatuur sterk van het toerental afhankelijk zijn.

Achteraf aanbrengen van voorzieningen ter reductie van (tonaal) laagfrequent geluid, dat door de grote roterende apparatuur wordt veroorzaakt maar in het algemeen door pijpleidingen, staalconstructies, wanden van gebouwen en andere grote oppervlakken wordt afgestraald, is vaak zeer moeilijk en leidt tot extreem hoge kosten. Dit kan leiden tot beperking van de gebruiksmogelijkheden van de installaties of tot blijvende overschrijding van de milieuvergunning.

TRILLINGEN ALS OORZAAK VAN SCHADE AAN CONSTRUCTIES EN APPARATUUR

Zeer sterke mechanische trillingen kunnen, naast afstraling van laagfrequent geluid, tevens een (extra) belasting veroorzaken van de fundaties of de staalconstructies die door de apparatuur in trilling worden gebracht. Vooral tengevolge van vermoeiing kan hierdoor schade ontstaan, waarbij door de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen milieuschade of effecten op de interne en externe veiligheid het gevolg kunnen zijn. Ook kan de levensduur van (onderdelen van) de betreffende installatie door de aanwezigheid van trillingen ernstig worden bekort. Naast de metalen onderdelen van de installaties moet hierbij ook worden gedacht aan inwendige bekledingen, zoals de hittebestendige bekleding van sommige fornuizen en reactoren. Ook komt het voor dat de in reactoren aanwezige kata-

lysatoren door trillingen vergruizen waardoor de kostbare inhoud voortijdig moet worden vervangen.

Sterke trillingen hebben vrijwel altijd een zeer nadelige invloed op het functioneren en de levensduur van de ter plaatse aanwezige meet- en regelapparatuur, met sterk nadelige gevolgen voor de stabiliteit en de continuïteit van de productie. Naast schade aan de eigen installaties en nadelige gevolgen voor veiligheid en milieu kunnen sterke trillingen ook hinder voor de in de fabriek aanwezige personen veroorzaken. Vooral indien de bron zich bevindt in de nabijheid van een controlekamer of een andere ruimte waarin geregeld personen aanwezig zijn, is vaak sprake van ernstige trillingshinder. Ook in deze ruimten aanwezige apparatuur ten behoeve van procescontrole en -automatisering, kan door trillingen worden beschadigd. Ter voorkoming hiervan wordt deze apparatuur vaak op speciale, verende vloeren opgesteld. Doordat de afstanden tussen de grote procesindustrie en de woonbebouwing en tussen de fabrieken onderling om redenen van veiligheid in het algemeen voldoende groot zijn, komt hinder en schade buiten het eigen terrein minder frequent voor.

INTEGRAAL GELUIDSARM ONTWERP VERSUS MAATREGELEN ACHTERAF

De meest kostenefficiënte aanpak voor de beperking van de geluidsemissie door de grote industrie is het opnemen van bronmaatregelen in een zo vroeg mogelijk stadium van het ontwerp. Door geluid en trillingen als volwaardige engineeringdisciplines bij de (nieuwbouw)projecten te betrekken kan het ontstaan hiervan worden gecontroleerd en kan het gebruik van geluidsdempers, akoestische isolatie en geluidsomkastingen zo veel mogelijk worden vermeden. Door bij de keuze van locatie, productieprocessen, lay-out en equipment, het geluidsaspect een gelijkwaardige rol te laten spelen kan tegen de laagst mogelijke kosten aan de vergunningseisen met betrekking tot geluid en trillingen worden voldaan. Tevens worden de negatieve aspecten van geluidswerende voorzieningen, bijvoorbeeld met betrekking tot veiligheid, milieu, ruimtebeslag, onderhoud, bedrijfszekerheid en levensduur, hiermee tot een minimum beperkt.

Door M+P Raadgevende Ingenieurs bv wordt, in opdracht van en in samenwerking met de DCMR Milieudienst Rijnmond (namens het Kenniscentrum Geluid - KCG), de 'Handleiding integraal geluidarm ontwerp procesindustrie' opgesteld. In deze handleiding zal uitgebreid aandacht aan dit onderwerp worden besteed. De 'Handleiding' zal begin 2004 gereed zijn en kosteloos worden verspreid onder de doelgroepen.