

Geluid als ontwerpcrite

Robert Baars



Robert Baars (robert-baars@mp.nl) is als senior adviseur verbonden aan M+P raadgevende ingenieurs, Postbus 344, 1430 AH Aalsmeer, tel. (0297) 32 06 51

Een belangrijk deel van de beslissingen die bepalend zijn voor het ontstaan van geluid en trillingen, wordt al in een zeer vroeg stadium van de projecten genomen. Het betreft zowel de keuze van de locaties en de belangrijkste productieprocessen als de eerste technische en logistieke invulling van de projecten. Vaak betekent de keuze van de productieprocessen tevens een impliciete selectie van de belangrijkste apparatuur. Geluid speelt bij deze keuzes ten onrechte vaak nauwelijks een rol.

Een belangrijk deel van de beslissingen die bepalend zijn voor het ontstaan van geluid en trillingen, wordt al in een zeer vroeg stadium van de projecten genomen. Het betreft zowel de keuze van de locaties en de belangrijkste productieprocessen als de eerste technische en logistieke invulling van de projecten. Vaak betekent de keuze van de productieprocessen tevens een impliciete selectie van de belangrijkste apparatuur. Geluid speelt bij deze keuzes ten onrechte vaak nauwelijks een rol.

Het aantal mogelijkheden voor de beperking van de geluidsemisatie neemt tijdens de uitvoering van de projecten geleidelijk af. Door vooral in de conceptuele fase en in basic engineering meer aandacht aan lawaai-beheersing te besteden, kan het ontstaan van geluid op relatief eenvoudige wijze worden gecontroleerd. Daarmee kan het aantal geluidsvoorzieningen worden beperkt, met een aanzienlijke besparing op de kosten als gevolg.

Isolatie en dempers

Na inbedrijfstelling kan de geluidsemisatie vaak alleen nog worden verminderd door toevoeging van akoestische isolatie, omkastingen en geluidsdempers. Deze aanvullende voorzieningen zijn vrijwel altijd ongewenst in verband met de bedrijfszekerheid en veiligheid, en vormen bovendien een belemmering voor controles, reparaties en onderhoud. Het gebruik van geluidsdempers in leidingen en kanalen is vaak ook niet mogelijk in verband met de extra stromingsweerstand of het risico van vervuiling van het medium.

Debottlenecking van oudere fabrieken

Een belangrijk deel van de revamps in de procesindustrie is gericht op productievergroting door debottlenecking van bestaande fabrieken. Wanneer de geluidsemisatie van de nieuwe regelkleppen en apparatuur lager is dan van de systemen die buiten bedrijf worden gesteld, wordt vaak aangenomen dat de geluidsemisatie niet zal toenemen. Bij debottlenecking moet echter tevens rekening worden gehouden met een toename van stromingssnelheden en drukken in de bestaande systemen. De geluidsemisatie kan daardoor sterker toenemen dan op grond van alleen de veranderingen en de extra apparatuur zou worden verwacht.

Stromingsgeluid

Het grootste deel van de geluidsemisatie bij moderne procesindustrie wordt veroorzaakt door stromende media. Het betreft zowel stromingsgeluid dat direct naar de omgeving wordt uitgestraald en dat afkomstig is van in- en uitlaten, schoorstenen en koelventilatoren, als geluid dat indirect door stroming wordt veroorzaakt en dat door de leidingen, kanalen en staalconstructies naar de omgeving wordt uitgestraald. Het stromingsgeluid wordt in de praktijk voornamelijk opgewekt door turbulente stroming en wervelafschudding bij randen en andere verstoringen van de stroming.

Geluid van leidingen

Door bij het bepalen van de maximale stromingssnelheden en het ontwerp van de leidingssystemen voldoende rekening te houden met het ontstaan van geluid kan dit doorgaans afdoende worden beperkt. Bij de beoordeling van stromingsgeluid in leidingen wordt meestal gebruikgemaakt van de norm VDI-3733. Daarnaast bestaan er diverse rekenprogramma's voor de berekening van leiding- en ventilatiesystemen, waarin vaak ook een module voor geluidsberekeningen is opgenomen. De betrouwbaarheid van deze programma's is in het algemeen echter beperkt.

Cavitatie

De belangrijkste oorzaak van geluidsemisatie door vloeistofleidingen is cavitatie. Cavitatie komt vooral voor bij (regel)kleppen en pompen, wanneer de druk door toename van de stromingssnelheden plaatselijk onder de verzadigingsdruk daalt. Daarbij ontstaan dampbellen in de vloeistof, die vervolgens stroomafwaarts 'imploderen' in gebieden met een hogere druk. Cavitatie kan ernstige erosieschade veroorzaken aan leidingen, kleppen en pompen en moet ook daarom zo veel mogelijk worden voorkomen.

Geluidspecificaties

Indien de procescondities van kleppen of apparatuur buiten het ontwerpgebied liggen, is de geluidsemisatie vaak aanzienlijk hoger dan gespecificeerd. Een ander probleem waar rekening mee moet worden gehouden betreft de leveringsgrenzen. De leverancier is doorgaans alleen

rum bij process engineering

aansprakelijk voor het geluid dat direct door het geleverde wordt veroorzaakt. Bij kleppen en een belangrijk deel van de pompen, compressoren en ventilatoren wordt het grootste deel van het geluid echter indirect door leidingen, kanalen en staalconstructies uitgestraald.

Geluid van (regel)kleppen

Een groot deel van het door de procesindustrie naar de omgeving uitgestraalde geluid wordt direct of indirect door regelkleppen veroorzaakt. Engineering van regelkleppen is daarom een belangrijk onderwerp, zowel bij het ontwerp van nieuwe fabrieken als bij revamps. Het meeste geluid bij (regel)kleppen wordt inwendig door de stromende media veroorzaakt. De geluidsofwekking is daarbij grotendeels afhankelijk van de maximale stromingssnelheden in de kleppen, die grotendeels worden bepaald door de drukken voor en na de klep.

Choked flow condities

Bij gewone regelkleppen is de maximaal bereikbare inwendige stromingssnelheid gelijk aan de geluidssnelheid in het medium. Deze geluidssnelheid is vooral afhankelijk van de specifieke eigenschappen en de temperatuur van het medium en wordt bij de kritische drukverhouding bereikt. Vanaf de kritische drukverhouding is sprake van zogenaamde choked flow condities, waarna de stromingssnelheid niet verder toeneemt. Dit is een belangrijk voordeel voor de regelkarakteristiek van de klep, omdat daarmee een eenvoudige relatie tussen de klepstand en de flow wordt bewerkstelligd. Hier staat echter tegenover dat bij choked flow condities doorgaans veel geluid wordt opgewekt.

Bij subkritische stroming wordt het inwendige stromingsgeluid hoofdzakelijk veroorzaakt door sterk turbulente stroming in en na de klep. Vanaf het bereiken van choked flow condities wordt de geluidsofwekking in de leidingen grotendeels door schokgolven bepaald. Deze schokgolven, die ontstaan als gevolg van de sonische stroming in de vena contracta, kunnen een aanzienlijke verhoging van de geluidsemisatie veroorzaken.

Invloed van de leidingen

Zowel het door turbulentie als het door schokgolven veroorzaakte inwendige geluid is overwegend breedbandig. Hierdoor wordt de vorm van het spectrum aan de buitenzijde vrijwel volledig bepaald door de akoestische eigenschappen van de leidingwanden en de staalconstructies. Daardoor is het in de omgeving veroorzaakte geluid overwegend hoogfrequent, en kan het effectief met behulp van dempers en leidingisolatie worden bestreden. Omdat daarbij vaak zeer grote leidinglengten van isolatie moeten worden voorzien, verdient het gebruik van geluidsarme

kleppen vrijwel altijd de voorkeur boven akoestische isolatie.

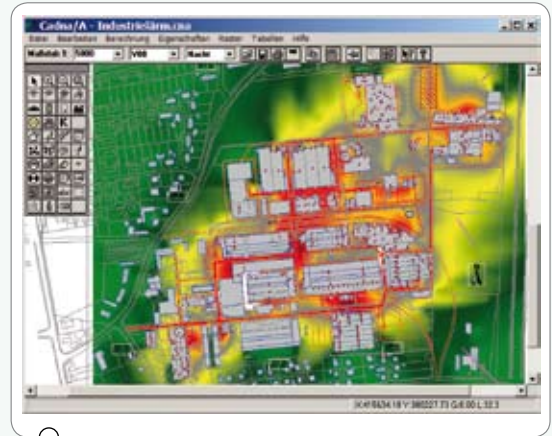
Prognose van regelkleppen

Met behulp van selectieprogramma's van de leveranciers en algemene programma's voor de berekening van het geluid van regelkleppen, kan al in de engineeringfase een redelijk betrouwbare eerste prognose worden gemaakt van het door de kleppen veroorzaakte geluid. In het verleden werd gebruikgemaakt van verschillende normen voor de berekening van het geluid van regelkleppen. De huidige rekenprogramma's van de leveranciers zijn vrijwel alle gebaseerd op de normbladen IEC 60534-8-3 voor gassen en IEC 60534-8-4 voor vloeistoffen. Het berekenen van het door de leidingen en staalconstructies uitgestraalde geluid is hiermee vanzelfsprekend niet mogelijk.

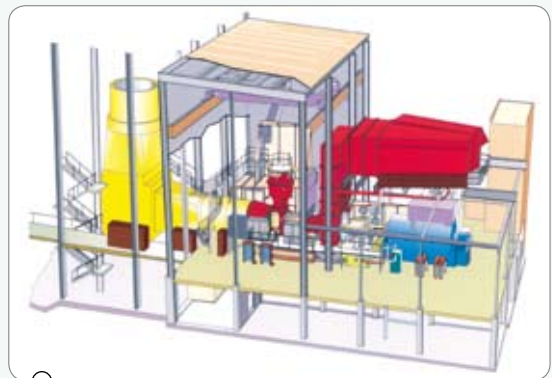
Conclusie

Voor al in de eerste stadia van het engineeringtraject wordt nog te weinig gebruikgemaakt van de mogelijkheid om het ontstaan van geluid aan de bron te bestrijden. Door een meer integrale benadering van dit onderwerp in alle stadia van de projecten kan het gebruik van akoestische isolatie, dempers en omkastingen voor een belangrijk deel worden voorkomen. Ook wordt daarmee de kans op een overschrijding van de milieuvergunning na inbedrijfstelling aanzienlijk verkleind. Naast een vermindering van de milieubelasting en voordelen voor ruimtelijke ordening biedt deze benadering dus ook belangrijke voordelen voor de engineering contractors en de industrie. ●

In NPT Procestechnologie nr. 3 verschijnt een vervolgartikel waarin de organisatorische aspecten van integraal geluidsarm ontwerp centraal staan.



Modelberekening van het in de omgeving van de industrie veroorzaakte geluid (bron: DataKustik GmbH)



Grote geluidsgedempte gasturbinegenerator in een gebouw (bron: ABB Power Generation Inc.)