

I. ALGEMENE VAKKEN

Grondbeginselen - geluid

PROF. DR. CHRIST GLORIEUX, LABORATORIUM VOOR AKOESTIEK EN THERMISCHE FYSICA, DEPARTEMENT NATUURKUNDE, KU LEUVEN
(5 lesuren)

Natuur van geluid. Wiskundig-fysische beschrijving, harmonische golven, complexe voorstelling, Helmholtz vgl, terminologie en basiseigenschappen van geluidsignalen en geluidgolven, met name van de begrippen druk, deeltjessnelheid, verplaatsing, intensiteit, impedantie, vermogen, van octaaf, halve toon, decibel, en van de fenomenen voortplanting en uitbreiding van vlakke sferische en lijngolven, diffractie, interferentie, reflectie, transmissie, staande golven en luchtdemping.

Grondbeginselen - trillingen

DR. IR. ING. RENE BOONEN, DEPARTEMENT WERKTUIGKUNDE, PMA, KU LEUVEN
(4 lesuren)

Definities en voorspellingswijzen. Opstellen en oplossen van bewegingsvergelijkingen. Systemen met een en meerdere vrijheidsgraden. Transfertoefuncties. Eigentrillingen en eigenmodes. Mechanisch-elektrische analogie. Software. Praktijkvoorbeelden.

Numerieke akoestiek

DR. IR. Y. WIJNANT, UTWENTE
(3 lesuren)

Door de grote toename in de rekenkracht van computers, hebben, in de afgelopen decennia, numerieke technieken hun intrede gedaan in de akoestiek. Methoden zoals de "Finite Element Method (FEM)," de "Boundary Element Method (BEM)", "raytracing"- algoritmes en "Statistical Energy Analysis (SEA)", zijn inmiddels geïmplementeerd in commercieel te verkrijgen software en dermate gebruikersvriendelijk dat deze methodes een gebruiksvoorwerp voor de akoestisch ingenieur zijn geworden. Met deze methodes kunnen praktische akoestische vraagstukken worden geanalyseerd en kan efficiënt naar een mogelijke oplossing worden gezocht. Deze cursus beoogt een beknopte introductie te geven in enkele bekende, en wellicht wat onbekende, numerieke technieken (FEM, BEM, Raytracing, SEA, Wave-based Method). De methodes worden besproken en hun verschillende eigenschappen en beperkingen behandeld. Daarnaast wordt uitvoerig ingegaan op de vraag welke techniek het meest geschikt is voor welke specifieke toepassing, zoals bijvoorbeeld de bouw, automotive, aerospace of (algemene) werktuigbouw.

Meettechnieken & signaalverwerking

PROF.DR. IR. N. BERT ROOZEN, Guest professor, Laboratory of Acoustics, Division Soft Matter and Biophysics, Dep. Physics and Astronomy, KULeuven & NOVIC NOISE AND VIBRATION CONTROL, HEEZE (8 lesuren)

Overzicht van te meten grootheden voor zaal- en bouwakoestiek, verkeers- en industrielawaai en mechanische constructies (trillingen). Analyse van bronnen en ontvangers wat betreft impedanties, aanpassingen, frequentie-afhankelijkheid en richtingsafhankelijkheid. Tijd- en frequentie-domein weergave, filtertechnieken, statistische betrouwbaarheid van metingen en het onzekerheidsprincipe. Instrumentatie voor geluiddruk-, geluidintensiteit- en trillingsmetingen.

Basisbegrippen: classificatie van signalen, frequentie, bandbreedte, Fourieranalyse en filtertechnieken. Digitale Signaalverwerking: digitalisatie, bemonstering, tijdvenster, frequentieresolutie, discrete Fourier transformatie (FFT), frequentiespectrum, eigenvermogen en kruisvermogenspectrum, coherentiespectrum, frequentieresponsfunctie, correlatiefunctie. Aanwending en beperkingen van digitale signaalverwerking in akoestiek.

Psycho-akoestiek

PROF. DR. IR. STEVEN VAN DE PAR, ACCOUSTICS GROUP, CARL VON OSSIETZKY UNIVERSITY, OLDENBURG (5 lesuren)

Het gehoororgaan: het middenoor, het binnenoor. Het frequentieoplossend vermogen van het gehoor. Het waarnemen van zuivere tonen, verschiltönen, combinatietönen etc. Maskering (kritieke band). Het waarnemen van complexe tonen: (virtuele) toonhoogte en timbre, fazegevoeligheid. De subjectieve sterkte van geluid: geluidniveaus (o.a. dBA), luidheidsniveau (foon), luidheid (soon). Lawaaihinder: hindermaten, gehoorbeschadiging (audiometrie). Akoestische en perceptieve kenmerken van spraak; meting van de spraakverstaanbaarheid.

II. BOUWAKOESTIEK

Bouwakoestiek

Theorie van de bouwakoestiek

PROF. DR. IR. EDWIN REYNDERS, AFDELING BOUWMECHANICA, DEPARTEMENT BURGERLIJKE BOUWKUNDE, KU LEUVEN (5 lesuren)

Bouwakoestische materialen en constructies

PROF. DR. IR. EDWIN REYNDERS, AFDELING BOUWMECHANICA, DEPARTEMENT BURGERLIJKE BOUWKUNDE, KU LEUVEN
(3 lesuren)

Bouwakoestiek in de praktijk

ARNE DIJCKMANS, WTCB
(6 lesuren)

Fysische grondslagen in verband met de geluidtransmissie en de geluiduitstraling (massawet, coincidentie, afstralgraad, samengestelde geluidisolatie van wanden en tussen lokalen). Grootheden, meetmethoden eisen in verband met lucht- en contactgeluidisolatie, Belgische en Nederlandse normalisatie. Overzicht van de eigenschappen van gangbare constructiedelen: enkelvoudige wanden en vloeren, dubbele wanden, voorzetwanden, zwevende dekvloeren, deuren, beglazing, ramen, ventilatievoorzieningen. Transmissie doorheen het gebouw: omloopgeluid, nevenwegen, rekenmodellen voor de geluidisolatie. Transmissie van lawaai van installaties in woongebouwen: sanitair, ventilatie, verwarming, liften. Geluidwering tegen lawaai van buiten: gevelisolatie.

Zaalakoestiek

DR. IR. MARTIJN L.S. VERCAMMEN EN ING. MARGRIET R. LAUTENBACH, PEUTZ BV, MOOK, ZOETERMEER
(5 lesuren)

Zaalakoestiek, of beter ruimteakoestiek, is het onderdeel van de akoestische wetenschappen dat zich specifiek bezig houdt met het gedrag van geluid in ruimten en de daaraan gekoppelde beleving van de mensen in die ruimten. Bij het bestuderen van dit vakgebied komen de volgende aspecten aan de orde: De fysische parameters die kenmerkend zijn voor de akoestiek in een ruimte; Zaalakoestische criteria als functie van het gebruik van de ruimte; Meetmethoden voor de bepaling van de akoestiek in bestaande ruimten; Berekeningsmethoden voor het voorspellen van de ruimteakoestiek van een architectonisch ontwerp; De invloed van de vorm en grootte van een ruimte en materiaaleigenschappen op de ruimteakoestiek.

Installatiegeluid in gebouwen

IR. PAUL MEES, AKOESTISCH ADVISEUR, DAIDALOS PEUTZ BOUWFYSISCH INGENIEURSBUREAU BVBA, LEUVEN
(3 lesuren)

Comfortinstallaties in gebouwen bevatten geluidbronnen: machines (stookketels, ventilatoren, koelmachines,...) of verdeelsystemen (kanalen, kleppen, roosters,...). De geluiden planten zich voort door het gebouw, via de wanden en vloeren of via kanalen. Ook naar de omgeving wordt het geluid uitgestraald. Een eerste deel bespreekt de normen over installatiegeluid. Een tweede deel behandelt de geluidbronnen en de mechanismen van de geluidvoortplanting. Een derde deel geeft de architecturale (ontwerp), bouwkundige (isolatie, absorptie) en werktuigkundige voorzieningen (demping en isolatie) om geluidhinder te vermijden.

III. LAWAAIBEHEERSING

Industrielawaai

IR. FERRY W. KOOPMANS EN ING. LEON F.M. LEMMERS, PEUTZ BV, MOOK
(7 lesuren)

Ontstaanmechanismen, geluiduitbreiding (binnen en buiten) en trillingstransmissie geven de te verwachten niveaus. Normstelling op grond van gehoorbeschadiging, spraakverstaanbaarheid, geluiden / of trillingshinder geeft de benodigde reductie. Deze reductie kan gerealiseerd worden door voorzieningen aan de bron (lay-out, lawaaibewust selecteren en construeren van machines, trillingsisolatie, ommantelen, enz.) en bij de ontvanger (wachten, gebouwen, persoonlijke gehoorbescherming enz.).

Praktijk van de geluidisolatie

DR.IR. FILIP VERBANDT, EVA-International B.V.B.A., BRUGGE
(3 lesuren)

In aansluiting op het vak "industrielawaai" zal de praktijk op het gebied van (passieve) geluidisolatie uitgelegd worden. De praktische aspecten en keuze van geluiddempers, omkastingen, deuren, wanden, de isolatie van leidingen en kanalen, zal aan de hand van cases in de industrie uitgelegd worden. Er worden berekeningen gemaakt, maar het is even belangrijk om voor elk reëel probleem een correcte oplossing intuïtief aan te voelen.

Praktijk van de trillingsisolatie

DR. TINNEKE F. NOORMAN, NOORMAN BOUW- EN MILIEU-ADVIES, GRONINGEN
(3 lesuren)

De berekening van de mechanische impedantie van een enkelvoudig massaveersysteem. Het verband tussen trillingen, geluid en hinder. De isolatie van machinetrillingen naar de omgeving (actieve trillingsisolatie). Het isoleren van een voorwerp in een gebouw (bijv. gevoelige apparatuur) voor trillingen die elders uit het gebouw of van buiten afkomstig zijn (passieve trillingsisolatie). Afwijkingen in de praktijk. Materialen voor trillingsisolatie (toepassingsgebied, voor- en nadelen). Praktische toepassingen, praktijk- en rekenvoorbeelden.

Verkeerslawaaai

DR. BERT PEETERS, M+P RAADGEVENDE INGENIEURS BV, VUGHT
(7 lesuren)

Verkeer is de grootse bron van omgevingslawaaai in Europa en kennis van de ontstaansmechanismen, meet- en rekenmethode is vereist om op de meest efficiënte wijze de geluidbelasting ten gevolge van wegen, spoorwegen en vliegvelden in kaart te kunnen brengen en te kunnen beheersen. De volgende onderwerpen zullen worden behandeld:

- Overzicht van de relevante geluidsbronnen voor weg-, rail- en vliegverkeer en inzicht in de onderliggende ontstaans- en overdrachtsmechanismen. Bij de beschrijving van de mechanismen zal een bredere benadering dan weg- en railgeluid gevolgd worden;
- Inzicht in de mogelijkheden om met technische en organisatorische maatregelen aan weg- en railvoertuigen en vliegtuigen, aan weg- en railinfrastructuur of rij- of vlieggedrag een lagere geluidproductie te realiseren;
- Inzicht in voor verkeersgeluid relevante aspecten van geluidoverdracht naar de omgeving en de effecten van bodemreflectie, afschermingen, afstand en

meteorologische omstandigheden daarop;

- Inzicht in de rekenmethodes voor weg-, rail- en Vliegverkeer, zowel op basis van het vigerende Nederlandse voorschrift als het te verwachten geharmoniseerde systeem in de EU.

Nederlandse Wetgeving Geluidhinder

ING. WIM DROST, GEMEENTE DEN HAAG, DIENST STADSBEHEER
(2 uren)

Het Nederlandse wettelijke kader voor het beoordelen van geluid door industrie, weg en spoor is continu in ontwikkeling. In deze module worden, vanuit de historische context, de wettelijke kaders voor de beoordeling van deze geluidbronnen uiteengezet. Daarnaast worden de op handen zijnde ontwikkelingen en hun effect op deze beoordelingskaders behandeld. Binnen deze module worden de Wet geluidhinder, de aan geluidhinder gerelateerde onderdelen van de Wet milieubeheer en de daarmee samenhangende besluiten en regelingen behandeld. Ook zal een koppeling met de Wet ruimtelijke ordening worden gelegd.

Belgische Wetgeving

M.SC. KRISTIAAN DE BELEIR, PROVINCIAAL CENTRUM VOOR MILIEUONDERZOEK, PROVINCIE OOST-VLAANDEREN
(2 uren)

Algemene bepalingen, ruimtelijke ordening en stedenbouw, wegverkeerslawaai, vliegtuiglawaai, industrielawaai: VLAREM II en blootstelling op de arbeidsplaats, muzieklawaai en motorsport, de kaderwet, de wetgeving in de verschillende gewesten, bevoegdheden van de gemeentelijke overheid, toepassing van EU-richtlijnen (o.a. bouwachines).

IV. AUDIO-ENGINEERING

Luidsprekerdesign en -opstelling

DR.IR. BRECHT DE MAN, PXL-MUSIC
(5 lessen)

De luidspreker: elektromechanische eigenschappen, Thiel-Small parameters, behuizingen, afstraalgedrag, oorzaken van vervorming, opbreuk verschijnselen van de conus, efficiëntie, gevoeligheid, luidsprekers voor hoofdtelefoons, reciprociteit. Richten van geluid: end-fire array, broad-side array, hoorns. Meten aan luidsprekers en microfoons: polair diagram, waterval diagram, impuls gedrag, frequentie karakteristiek. Interactie luidspreker en ruimte: ontwerp parameters voor goede spraakverstaanbaarheid, afstraal gedrag meerweg systemen. Toepassingen: Public Adres, Hifi, omroepssystemen. Signaal processing: scheidings-filters, bandbreedte extensie.

Multimedia-akoestiek – 3D – Virtual Reality

DR.IR. PIETER THOMAS, UGENT
(5 lessen)

Er bestaan veel objectieve methoden om geluid en de geluidsomgeving te karakteriseren. Soms is echter een volledige auditieve (subjectieve) ervaring van een – al dan niet bestaande - omgeving vereist. Denk dan bijvoorbeeld aan het ontwerp van concertzalen, film-en muziekproductie, generatie van geluid in games, product design en het ontwerp en evaluatie van de stedelijke geluidsomgeving.

In deze module behandelen we de verschillende aspecten van virtuele akoestiek of (akoestische) virtual reality, wat ons toelaat akoestische fenomenen en systemen hoorbaar te maken. We bekijken hoe we 3D-geluid kunnen registreren in bestaande omgevingen, of kunnen genereren voor een nog te realiseren of virtuele omgeving. Hierbij hebben we aandacht voor het geluidsproductieproces enerzijds en de invloed van de omgeving (effect van geluidspropagatie) anderzijds. Verder bekijken we verschillende geluidsreproductie technieken die toelaten het gegenereerde geluidsveld zo accuraat mogelijk voor de luisteraar hoorbaar te maken. Tevens behandelen we ook even kort de verschillende data-formaten die toelaten ruimtelijk geluid op te slaan.

Studio- en opnametechnieken (bezoek)

Geluidstechniek voor zalen en festivals

IR. MARCEL KOK, dBcontrol
(5 lessen)

Deze module dient om de akoestisch adviseur inzicht te geven hoe de geluidstechniek werkt bij zalen en festivals en hoe het zit met de decibellen. Enkele deelonderwerpen zijn: de uitgangspunten voor gewenst geluid op het publiekvlak, muziek en spraak, waar doe je dat mee, hoe is dat opgebouwd, techniek in detail, de luidspreker kolom, line array, software en simulaties van luidsprekersystemen, de wetgeving voor de publieksoren (Vlareem en het NL convenant), wetgeving omgeving en festivalnormen, gebruik van de dB(C) en tot slot de decibelcontrole tijdens uitvoering. Tijdens de lesdag zijn diverse filmpjes uit de praktijk te zien en wordt de recente wetenschappelijke literatuur op gebied van decibellen en geluidstechniek besproken.