

DE AKOESTIEK VAN OPEN STUDIEOMGEVINGEN

DE RELATIE TUSSEN DE RUIMTEAKOESTIEK EN HET WELZIJN EN PRESTATIE VAN STUDENTEN IN OPEN STUDIEOMGEVINGEN

Steeds meer mensen werken in open kantoren. Deze trend zet zich voort in het onderwijs, door andere onderwijsmethoden en de veranderde functie van bibliotheken groeit het aantal open studieomgevingen. Uit onderzoek naar open kantoren weten we dat geluidhinder een belangrijk probleem is, maar geldt dit ook voor open studieomgevingen? Om een beter beeld te krijgen van de akoestische kwaliteit van deze ruimten is een veldonderzoek uitgevoerd onder 496 studenten verdeeld over 5 open studieomgevingen. Uit dit onderzoek blijkt dat bijna 40% van de studenten hinder ondervindt van het omgevingsgeluid tijdens het werken in open studieomgevingen. In het onderstaande artikel meer over dit onderzoek.



ir. P.E. (Ella) Braat-Eggen,
Avans Hogeschool, Tilburg

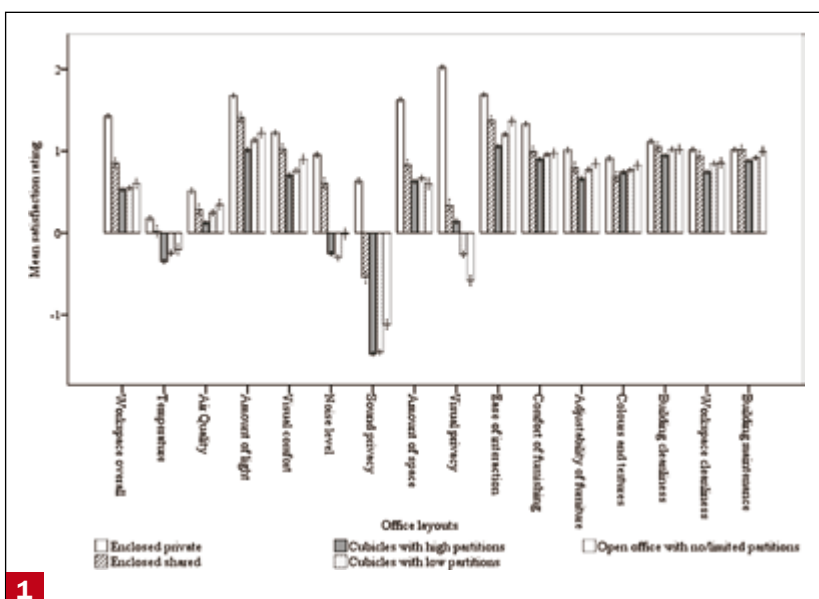
Open werkomgevingen worden steeds populairder, ze zijn flexibel in het gebruik en hebben daardoor organisatorische voordelen. Verder wordt een verbeterde communicatie en samenwerking tussen de mensen die in dergelijke ruimten werken vaak als voordeel genoemd maar dit is echter nooit wetenschappelijk bewezen.

Het meeste onderzoek naar open werkomgevingen is gedaan naar open kantoren. Deze onderzoeken laten zien dat de geluid privacy en stoorgeluid een groot probleem vormen voor de gebruikers van open kantoren. Uit een onderzoek van Kim en de Dear [1] naar de tevredenheid van medewerkers in kantoren blijkt dat de medewerkers in gesloten privé kantoren het meest tevreden zijn. Uit dit onderzoek komt verder naar voren dat het verlies van geluid privacy als grootste nadeel wordt ervaren bij open kantoren (figuur 1).

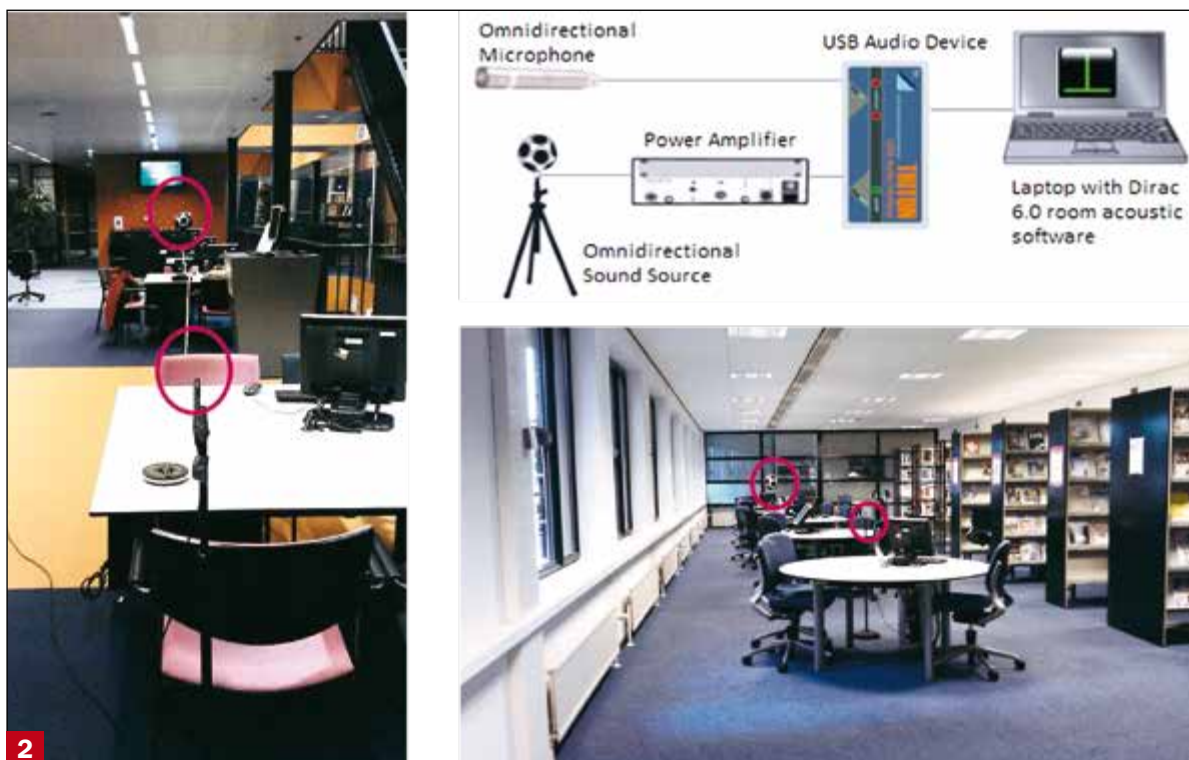
Een literatuuronderzoek van Reinten [2] laat zien dat er veel onderzoek is verricht naar de invloed van geluid op de productiviteit van mensen maar dat maar heel weinig van deze onderzoeken een relatie leggen tussen de ruimte-akoestische parameters en productiviteit. Van het onderzoek naar de invloed van geluid op de productiviteit weten we dat vooral spraak erg storend is voor taalgerelateerde cognitieve activiteiten [3]. In open werkomgevingen worden veel van deze complexe cognitieve activiteiten uitgevoerd zoals bijvoorbeeld begrijpend lezen, schrijven en studeren.

Open werkruimtes krijgen ook in het onderwijs een steeds belangrijkere rol. Vernieuwingen in het hoger onderwijs zoals zelfsturend en competentiegericht leren vragen nieuwe onderwijsruimten [4]. Niet alleen de formele onderwijsruimten zoals klaslokalen en collegezalen die bedoeld zijn voor cursussen maar ook de informele studieomgevingen waar studenten kunnen werken aan hun individuele en groepsopdrachten zijn van groot belang voor het vernieuwde onderwijs. Naast speciaal ontworpen open studieomgevingen, worden bibliotheken steeds meer gebruikt als open studieomgevingen. Door de opkomst van digitale boeken en de toegang tot digitale wetenschappelijke tijdschriften is de functie van de bibliotheek door de jaren heen veranderd van een stille plek om een boek of tijdschrift te bestuderen naar een ruimte om individueel of in groepen aan opdrachten te werken.

Ondanks de opkomst en het belang van de open studieomgevingen zijn er geen akoestische richtlijnen voor deze ruimten. Vaak worden de richtlijnen voor open kantoren gebruikt voor de open studieomgevingen en het is maar de vraag of dit terecht is, immers zowel de gebruikers als het gebruik van deze onderwijsruimten is wezenlijk anders dan van kantoren. De gebruikers van open studieomgevingen zijn jong en ze zijn vrij in hun keuze van tijd en plaats om te studeren. Dit is de aanlei-



Gemiddelde tevredenheid (-3=erg ontevreden, 0= neutraal, 3= erg tevreden) voor IEQ enquête items van verschillende soorten kantoren. Bron [1]



2 Metingen van de akoestische parameters conform ISO 3382-1:2012 in de open studieomgevingen

ding om de relatie tussen de ruimteakoestiek van open studieomgevingen en het welzijn en de prestatie van studenten in deze omgevingen nader te bestuderen.

VELDONDERZOEK IN OPEN STUDIEOMGEVINGEN

Om meer inzicht te krijgen in hoe studenten hun open studieomgeving ervaren en een relatie te vinden tussen de ruimte akoestische parameters van open studieomgevingen en de prestatie en het welzijn van studenten, is een veldonderzoek uitgevoerd in vijf open studieomgevingen [5].

Onderzoeksmethode

In het veldonderzoek is met behulp van een enquête de geluidbeleving in kaart gebracht en zijn ruimte akoestische parameters gemeten. Het onderzoek heeft plaatsgevonden in twee open studieomgevingen op de Technische Universiteit Eindhoven (Vertigo vloer 3 en Metaforum) en drie op Avans Hogeschool (Xplora Tilburg, Den Bosch en Breda).

Er hebben in totaal 496 studenten deelgenomen aan het belevingsonderzoek. De enquêtes zijn afgenomen in de



3 Metingen van de achtergrond geluidrukniveaus in de bezette open studieomgevingen

vijf open studieomgevingen. De in het onderzoek gebruikte enquête is een variant op een enquête die gebruikt wordt om de geluidbeleving in open kantoren te meten [6]. De aangepaste enquête bevat de volgende items:

- algemene kenmerken van de student;
- studenttevredenheid ten aanzien van omgevingsfactoren;
- soorten geluidbronnen in de open studieomgeving in relatie tot geluidhinder;
- activiteiten van studenten in de open studieomgeving in relatie tot geluidhinder;
- geluidgevoeligheid van de student.

De tevredenheid en geluidhinder is gemeten met een 5-punts Likertschaal. Voor het vaststellen van de geluidgevoeligheid van de studenten is gebruik gemaakt van de NoiseQ vragenlijst, ontwikkeld door Griefahn [7].

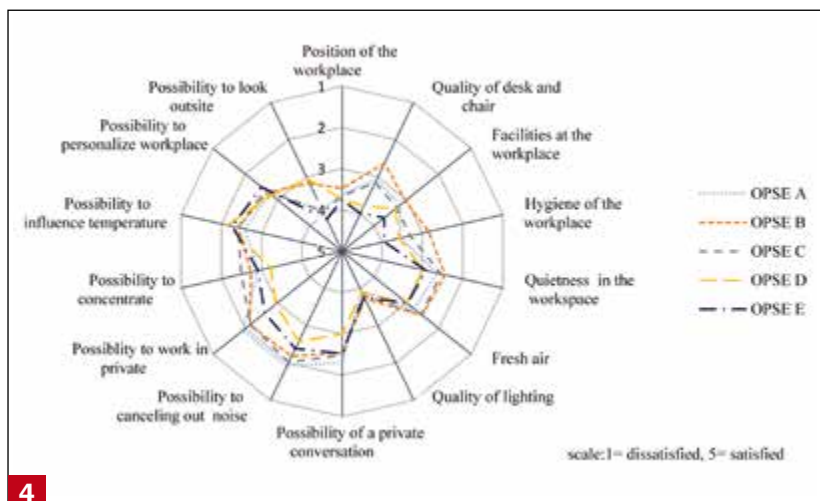
De volgende ruimte akoestische parameters zijn gemeten volgens de meetstandaard voor open-kantoren ISO 3382-3:2012 [8] aangevuld met de nagalmtijd en het achtergrond geluiddrukkniveau:

- distraction distance, r_D [m];
- spatial decay rate van het A-gewogen geluiddrukkniveau van spraak, $D_{2,s}$ [dB(A)];
- A-gewogen geluiddrukkniveau van spraak op 4 m, $L_{p,A,S,4m}$ [dB(A)];
- over de tijd gemiddelde A-gewogen achtergrond geluiddrukkniveau buiten gebruik, $L_{p,A,B}$ [dB(A)];
- nagalmtijd, gemiddeld van 250 tot 2000 Hz, T_{60} [s];
- over de tijd gemiddelde A-gewogen achtergrond geluiddrukkniveau tijdens gebruik $L_{A,eq}$ [dB(A)].

De ruimte akoestische parameters zijn gemeten in de onbezette open studieomgevingen met de klimaatinstallatie in bedrijf (figuur 2). De achtergrondgeluidniveaus in de bezette situatie zijn gemeten op hetzelfde tijdstip dat de enquêtes zijn afgenomen (figuur 3).

Resultaten

Omdat niet alleen geluid van belang is bij de beleving van een ruimte, is gestart met een vragenlijst waarbij



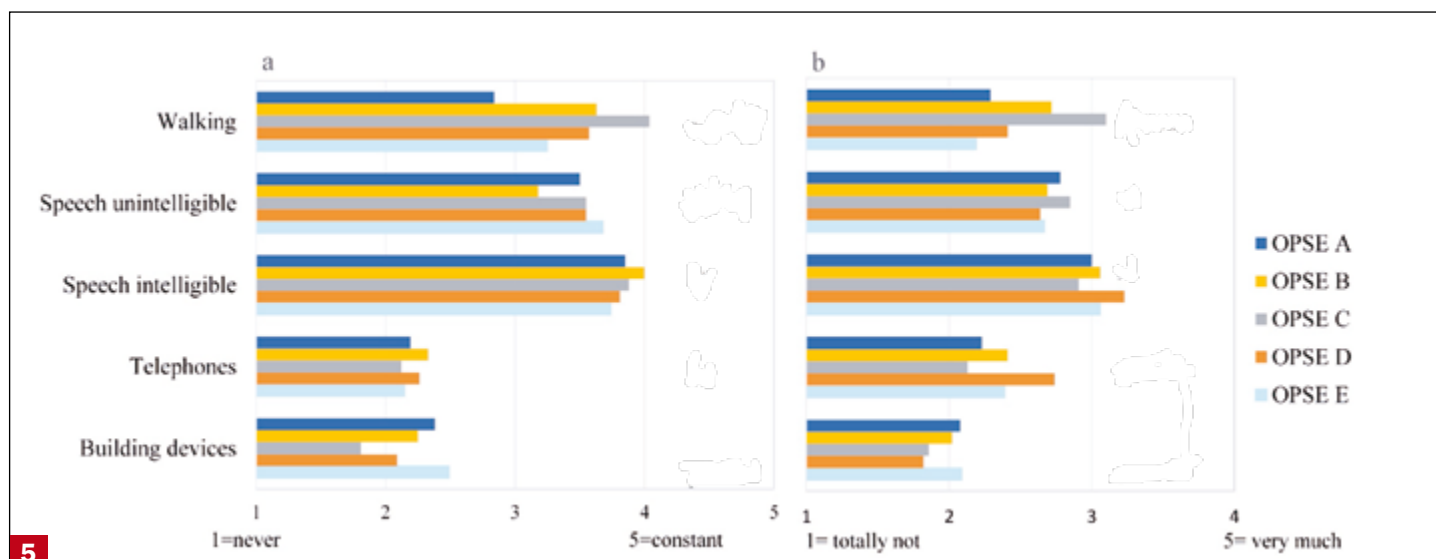
4

Vergelijking van verschillende omgevingsfactoren aan de hand van 496 enquêteresultaten. Bron [5]

verschillende omgevingsfactoren werden beoordeeld op mate van tevredenheid. Zoals te zien in figuur 4 zijn de mogelijkheid om geluid buiten te sluiten en privacy de factoren waar de studenten het meest ontevreden over zijn.

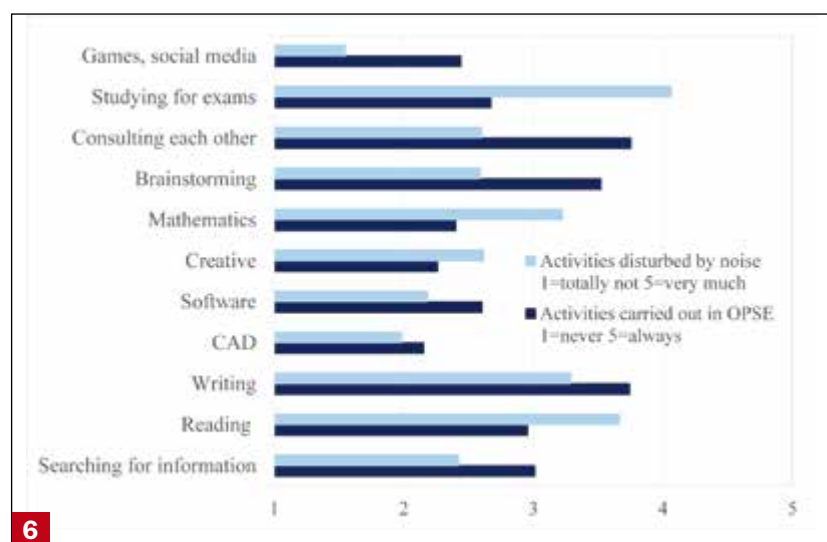
In de enquête zijn vragen opgenomen die de waarneming van de geluidbronnen en de hinder van de betreffende geluidbronnen in kaart brengen. Spraak blijkt in de open studieomgevingen, net als in de literatuur over open kantoren [3] het meest hinderlijk te zijn. Opvallend is de hinder door loopgeluiden, deze wordt in de literatuur van open kantoren niet genoemd en is in dit onderzoek sterk afhankelijk van de open studieomgeving.

Doordat studenten zelf hun werkplek en werktijd kunnen kiezen en vaak tussen de cursussen door gebruik maken van de open studieomgeving is er veel beweging in de open studieomgevingen. In open studieomgeving C is veel hinder van loopgeluid, dit blijkt het gevolg te zijn van een lichte computervloer die contactgeluid veroorzaakt in combinatie met de ruimtelijke indeling met veel looproutes langs de werkplekken.



5

Waarneming (a) en hinder (b) van geluidbronnen in open studieomgevingen. Bron [5]



6 Activiteiten uitgevoerd door studenten en mate van hinder door geluid (n=496). Bron [5]

Uit onderzoek blijkt dat het soort activiteit, de taak waaraan wordt gewerkt, één van de maatgevende factoren is voor het ervaren van hinder in kantoren [3]. Om een beeld te krijgen van de activiteiten die studenten uitvoeren in open studieomgevingen is gevraagd naar de activiteiten van studenten en in welke mate ze hinder ervaren van het omgevingsgeluid tijdens het uitvoeren van deze activiteiten. In figuur 6 is te zien dat de studenten veel groepsactiviteiten uitvoeren in de open studieomgevingen en dat ze het meest gestoord worden door geluid bij individuele taal gerelateerde cognitieve activiteiten zoals: studeren voor een tentamen, begrijpend lezen en schrijven.

De gemeten akoestische parameters voldoen niet aan de voorbeeld richtwaarden in de ISO 3382-3 voor open kantoren (tabel 1). Er zijn geen richtwaarden voor de akoestische parameters van open studieomgevingen.

Conclusies

Het percentage studenten dat gehinderd wordt door het achtergrondgeluid is circa 38%. Het is aannemelijk dat dit percentage nog hoger is omdat door de vrije keuze van werkruimte de meest geluidgevoelige studenten voor een andere locatie zullen kiezen. De studenten worden het meest gehinderd door spraak bij het uitvoeren van complexe individuele taal gerelateerde cognitieve taken zoals het studeren voor een tentamen, begrijpend lezen en schrijven.

De gemeten akoestische parameters van de ISO 3382-3 in de 5 open studieomgevingen voldoen niet aan de voorbeeld richtwaarden voor open kantoren. Er zijn geen richtwaarden voor de akoestische parameters van open studieomgevingen.

Er zijn slechts statistisch zwakke correlaties gevonden tussen de akoestische parameters en de geluidhinder onder studenten [5]. Waarschijnlijk komt dit doordat de open studieomgevingen akoestisch vergelijkbaar zijn en omdat een veldstudie door de veelheid van andere beïnvloedende factoren zijn beperkingen heeft.

Het tegelijkertijd uitvoeren van groepswork waarbij spraak wordt gegenereerd en het uitvoeren van individuele cognitieve taken in dezelfde open studieomgeving levert de grootste hinder op. Uit het onderzoek blijkt dat meer dan de helft van de studenten (57%) oordopjes of een koptelefoon gebruikt om het omgevingslawaai buiten te sluiten, slechts 14% van de studenten gebruikt nooit oordopjes of een koptelefoon.

Vervolgonderzoek

Gezien het belang van open studieomgevingen in het kader van het nieuwe leren, het hoge percentage studenten dat geluidhinder ondervindt en het ontbreken van

Tabel 1: Gemiddelde meetresultaten van de akoestische parameters in de 5 open studieomgevingen. l= aantal meetlijnen, n=aantal meetpunten, p=significantie van de verschillen tussen de open studieomgevingen. Bron [5]

Mean values of the measured ISO 3382-3 values (range):	OPSE A	OPSE B	OPSE C	OPSE D	OPSE E		Example target values
	l = 3	l = 3	l = 4	l = 3	l = 2	p	
Distraction distance r_d [m]	11.1 (9.6-13.0)	12.7 (12.1-13.4)	10.3 (10.0-10.8)	16.3 (15.1-18.2)	13.9 (12.7-15.0)	0.001	$\leq 5^1$
Spatial decay rate of A-weighted SPL of speech $D_{2,5}$ [dB(A)]	5.5 (4.2-7.0)	6.1 (5.8-6.5)	6.3 (5.9-6.6)	5.8 (5.4-6.2)	5.2 (5.0-5.3)	ns	$\geq 7^1$
A-weighted SPL of speech at 4 meters, $L_{p,A,4m}$ [dB(A)]	52.9 (52.3-53.8)	53.3 (52.6-54.7)	52.0 (51.3-53.0)	53.5 (52.0-55.7)	53.7 (53.6-53.7)	ns	$\leq 48^1$
Mean value of measured room acoustic values (SD):	n=21	n=25	n=35	n=49	n=26		Target values
Reverberation Time [s] (T_{30} frequencies 250-2000 Hz)	0.65 (0.06)	0.52 (0.05)	0.57 (0.07)	0.58 (0.09)	0.92 (0.08)	0.004	$\leq 0.5^2$
A-weighted background noise SPL; $L_{p,A}$ [dB(A)]	34.6 (1.01)	35.5 (1.06)	38.0 (1.59)	33.5 (1.54)	33.4 (1.72)	0.02	35-40 ²

¹ ISO 3382-3

² Handbook Offices NVBV (Dutch-Flemish)



Impressie van de vervolgstudies ruimteakoestiek open studieomgevingen in relatie tot productiviteit en geluidhinder studenten

akoestische richtlijnen op het gebied van open studieomgevingen is het noodzakelijk dat er meer onderzoek wordt gedaan naar geluid in open studieomgevingen. Vooral mensgericht onderzoek waarbij geluidbeleving en prestaties worden gerelateerd aan de akoestische omgeving is van belang voor het ontwerpen van betere studieomgevingen. Niet alleen klaslokalen en collegezalen maar ook open studieomgevingen vragen om een optimale ruimteakoestiek.

Het vervolg van dit onderzoek zal daarom gericht zijn op experimenteel onderzoek om meer inzicht te krijgen in de relatie tussen de akoestische parameters van de open studieomgeving en de geluidhinder en de productiviteit van studenten. Het onderzoek zal zich specifiek richten op de activiteiten die het meeste geluidhinder ondervinden en die het meest uitgevoerd worden in een open studieomgeving: schrijven, studeren en samenwerken, waarbij vooral spraak, de meest storende geluidbron, wordt bestudeerd. ■

BRONNEN

- [1] Kim, J., and R. de Dear, 2013, "Workspace Satisfaction: The Privacy-Communication Trade-off in Open-plan Offices" *Journal of Environmental Psychology* 36: 18–26
- [2] Reinten, J., P.E. Braat-Eggen, M.C.J. Hornikx, H.S.M de Kort, A.G. Kohlrausch, 2017, "The indoor sound environment and human task performance: a literature review on the role of room acoustics" *Building and Environment*, 123:315-332
- [3] Szalma, J. L., and P.A. Hancock, 2011, "Noise Effects on Human Performance: A Meta-analytic Synthesis" *Psychological Bulletin* 137 (4): 682–707
- [4] Beckers, R., T. van der Voordt, en G. Dewulf, 2015, "A Conceptual Framework to Identify Spatial Implications of New Ways of Learning in Higher Education" *Facilities* 33 (1/2): 2–19
- [5] Braat-Eggen, P.E., A. van Heijst, M.C.J. Hornikx, A.G. Kohlrausch, 2017, "Noise disturbance in open-plan study environments: a field study on noise sources, student tasks and room acoustic parameters" *Ergonomics*, 60 (9):1297-1314
- [6] Pierrette, M., E. Parizet, P. Chevret, and J. Chatillon, 2015, "Noise Effect on Comfort in Open-space Offices: Development of an Assessment Questionnaire" *Ergonomics* 58 (1): 96–106
- [7] Griefahn, B., 2008, "Determination of Noise Sensitivity within an Internet Survey Using a Reduced Version of the Noise Sensitivity Questionnaire" *The Journal of the Acoustical Society of America* 123 (5): 3449
- [8] ISO 3382-3:2012, *Acoustics -Measurement of Room Acoustic Parameters- Part 3: Open-plan Offices*, Brussels: International Organization for Standardization