

Sint Lucas

Sint Lucas Strijp-S

Geluidproblematiek atrium

R01

v1 | 5 juni 2018

Dit rapport is opgesteld met inachtneming van de specifieke instructies en eisen van de opdrachtgever. Gebruik van (delen van) dit rapport door derden, zoals bijvoorbeeld (maar niet beperkt tot) openbaarmaking, vermenigvuldiging en verspreiding is verboden. Arup aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid jegens derden voor de inhoud van het rapport, noch kan een derde aan de inhoud van het rapport enig recht ontlelen.
Opdracht nummer 259816

Arup bv
Postal address:
PO Box 57145
1040 BA Amsterdam
Visitor address:
Naritaweg 118
1043 CA Amsterdam
The Netherlands
www.arup.com

ARUP

Inhoud

	Pagina
Managementsamenvatting	1
1 Inleiding	4
2 Fase 1 - Geluidmetingen	5
2.1 Uitgangspunten	5
2.1.1 Kenmerken atrium en netwerkplein	6
2.2 Metingen	7
2.3 Geluidniveau Atrium	8
2.3.1 Uitgangspunten	8
2.3.2 Observaties	8
2.3.3 Meetresultaten	9
2.3.4 Conclusies t.a.v. geluidniveau	10
2.4 Geluidwering richting netwerkazalen	11
2.4.1 Uitgangspunten	11
2.4.2 Observaties	11
2.4.3 Meetresultaten	11
2.4.4 Principemaatregelen	11
3 Fase 2 - Luistersessie	13
3.1 Opzet luistersessie	13
3.2 Resultaten	13
3.3 Conclusie	16
3.4 Vervolgstappen	17
4 Fase 3 - Vervolgstudie	18
4.1 Verlaging geluidniveaus in de docentenruimte	18
4.1.1 Rekenmethode	18
4.1.2 Onderzocht gebruiksscenario	19
4.1.3 Akoestische maatregelen	20
4.1.4 Resultaten geluidniveau docentenruimte	22
4.2 Aparte studieruimte voor leerlingen	25
4.3 Netwerkpleinen	26
5 Samenvatting	27

Bijlage

A – Vragenlijst luistersessie

Managementsamenvatting

In opdracht van Sint Lucas is de afgelopen periode onderzoek uitgevoerd naar de ondervonden geluidhinder in het atrium en netwerkpleinen op de locatie Strijp-S. De klachten hebben betrekking op het algemeen heersende geluidniveau in het atrium tijdens pauzes, de hoge geluidniveaus tijdens niet-simultane leswissels van VMBO en MBO en de geluidniveaus op de netwerkpleinen.

Geluidmetingen

Middels geluidmetingen is de ondervonden hinder nader gekwantificeerd. Hieruit is naar voren gekomen dat de ruimteakoestiek van het atrium in lijn is met de ontwerpuitgangspunten die ooit zijn vastgesteld. De gemeten geluidniveaus in het atrium komen overeen met wat mag worden verwacht van een ruimte met een dergelijk volume en bezetting.

Het gemeten geluidniveau in de aan het atrium grenzende netwerkpleinen is echter te hoog voor het gebruik van de betreffende ruimte. De geluidwering van de scheidingsconstructie blijft achter bij de ontwerpuitgangspunten. Daarnaast wordt het netwerkplein gebruikt voor meer klassikale lessen. Iets wat in het ontwerp niet was voorzien en waarop de geluidwering van de scheidingsconstructie niet is afgestemd.

Luistertest

Om beter grip te krijgen op het verwachtingspatroon van medewerkers en leerlingen is vervolgens een luistertest georganiseerd met in totaal 61 deelnemers. Middels verschillende geluidsfragmenten is getracht het huidige comfortniveau van het atrium in kaart te brengen en tevens het door medewerkers en leerlingen gewenste comfortniveau in het atrium nader te duiden. Samengevat is de uitkomst van de luistertest:

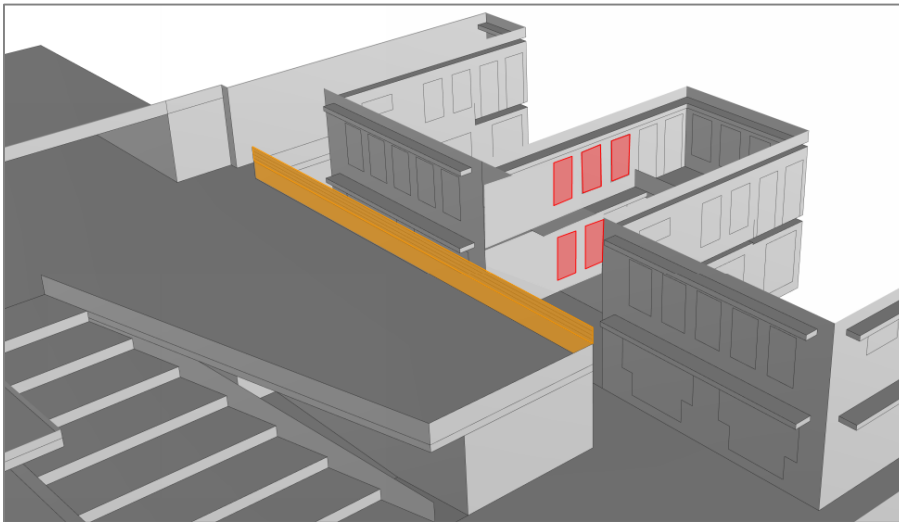
- Medewerkers ervaren het atrium als een luide ruimte met een constant hoog geluidniveau. Dit wordt als storend ervaren.
- Leerlingen ervaren het atrium als een ruimte met een hoog *en dynamisch* geluidniveau (veel pieken). Hierbij wordt niet expliciet aangegeven dat dit als storend wordt ervaren.
- Zowel medewerkers als leerlingen wensen een ruimte met meer rust, waarbij het geluidniveau in het atrium aanmerkelijk lager zou moeten zijn om gesprekken helder te kunnen volgen.
- Aanvullend op de huidige functie is er behoefte om het atrium te kunnen gebruiken voor enkele overleggen/besprekingen of zelfstudie.
- Medewerkers geven aan met name behoefte te hebben aan rust in de pauze.
- Ook geeft circa 20% van de medewerkers expliciet aan dat de geluidoverdracht van het atrium naar de omliggende leslokalen als zeer storend wordt ervaren.

Maatregelen

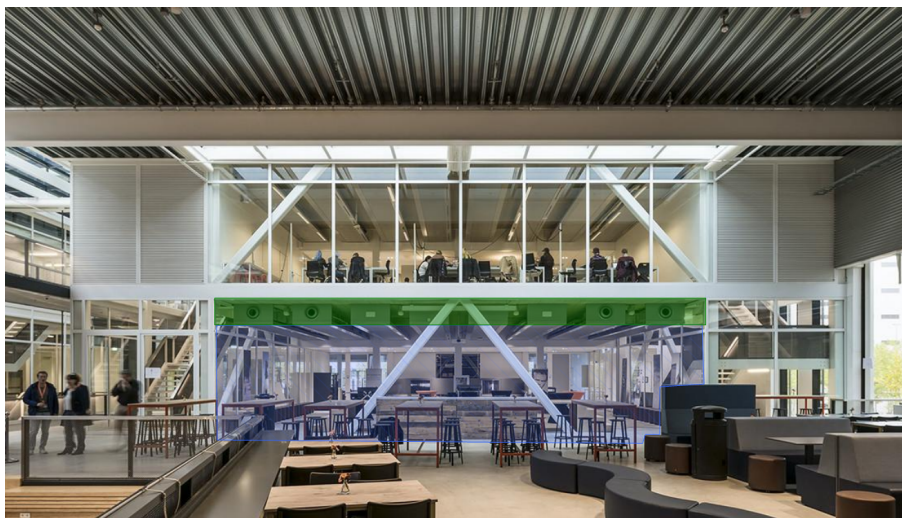
Op basis van de resultaten van de luistertest is onderzocht welke maatregelen kunnen worden getroffen om de ondervonden hinder te beperken.

Middels een 3D akoestisch rekenmodel is de geluidoverdracht tussen atrium en docentenruimte gemodelleerd. Er is gebleken dat het toevoegen van extra geluidabsorptie in het atrium nauwelijks effect zal hebben. De meest reële optie om de hinder in de docentenruimte te beperken is het verhogen van de atriumbalustrade op de 1^e verdieping (naast de tafels) in combinatie met het toevoegen van extra geluidabsorptie in de docentenruimte. Het absolute geluidniveau in de docentenruimte zal niet heel sterk dalen, wel zal de dynamiek van het geluid aanzienlijk afnemen door de afscherming. De extra absorptie zal zorgen voor een betere spraakverstaanbaarheid in de docentenruimte zelf.

In de rapportage zijn de maatregelen nader omschreven.



Uit de luistersessie is eveneens gebleken dat leerlingen behoefte hebben aan een rustigere plek om te kunnen studeren. Er is besproken dat hier eventueel mogelijkheden voor zijn in het verlaagde deel van het atrium op de 1^e verdieping.



Ter plaatse van het overstek is het mogelijk een glazen scheidingswand te plaatsen aan de atriumzijde van de staalconstructie (al dan niet uitgevoerd als mobiele paneelwand). In de rapportage zijn de maatregelen nader omschreven.

Om de hinder ter plaatse van de netwerkleinen te beperken is het nodig de geluidwering van de scheidingsconstructie te verbeteren. De beglazing in de kozijnen moet verbeterd worden (al dan niet middels voorzetramen) en de roosters boven de toegangsdeuren dienen te worden dichtgezet. Hiervoor is eveneens een aanpassing in de luchtbehandeling noodzakelijk.

Met de beoogde maatregelen wordt de hinder zoveel als mogelijk beperkt binnen de mogelijkheden van het gebouw.

1 Inleiding

In opdracht van Sint Lucas is een onderzoek uitgevoerd naar de akoestiek in het atrium van Sint Lucas locatie Strijp-S te Eindhoven. De aanleiding van dit onderzoek zijn de klachten van docenten en leerlingen met betrekking tot het akoestische klimaat in het atrium, in het bijzonder tijdens een hoge bezettingsgraad. Samengevat hebben de klachten betrekking op het algemeen heersende geluidniveau in het atrium tijdens pauzes, de hoge geluidniveaus tijdens niet-simultane leswissels van VMBO en MBO en de geluidniveaus op de open leerpleinen.

Met behulp van geluidmetingen, een luistertest en meerdere bezoeken zijn de klachten nader geanalyseerd en zijn mogelijke oplossingsrichtingen voorgesteld.

- Fase 1 Geluidmetingen

Op dinsdag 19 september 2017 hebben geluidmetingen plaatsgevonden met als doel om de bovengenoemde hinder te kwantificeren. Hierbij is het algemeen geluidniveau in het atrium gemeten, alsmede de geluidwering van de scheidingsconstructie tussen het atrium en de netwerkpleinen.

- Fase 2 Luistersessie

Op vrijdag 19 januari 2018 is een luistersessie georganiseerd in het atrium. Het doel van de luistersessie was het bepalen van het gewenste comfortniveau binnen het atrium en het nader duiden van de oorzaak van de klachten van medewerkers en leerlingen.

- Fase 3 Vervolgstudie

In een aanvullende vervolgstudie is onderzocht op welke wijze en in welke mate het akoestisch klimaat in het atrium en docentenruimte verbeterd kan worden door het treffen van bouwkundige maatregelen. De nadruk van dit onderzoek ligt op het verbeteren van de akoestisch klimaat in de aan het atrium gekoppelde docentenruimte, zoals overeengekomen in het overleg d.d.7 februari jl.

Deze rapportage geeft een samenvatting van de resultaten en conclusies.

2 Fase 1 - Geluidmetingen

De eerste fase van het traject bestaat uit geluidmetingen, die op 19 september 2017 hebben plaatsgevonden met als doel om de genoemde hinder te kwantificeren.

2.1 Uitgangspunten

De resultaten van de geluidmetingen zijn getoetst aan de eisen conform het oorspronkelijke PvE en aan in Nederland gangbare richtlijnen. De relevante eisen zijn hieronder samengevat.

De eisen voor de verschillende ruimtes van Sint Lucas zijn afkomstig van het uitgangspunten-document voor het bestek en bijbehorende tekening met als referentie 1003 P(22) 02-10.PDF d.d. 2 oktober 2014.

Tabel 1 Maximaal achtergrondgeluidniveau

Ruimte	Maximaal achtergrond-geluidniveau [dB(A)]
Practicumlokalen, computerlokaal, leeromgeving, praktijkruimten, projectruimten	35
Leslokalen, instructieruimten, mediatheek, studieruimten	30

Tabel 2 Nagalmtijd per ruimte

Ruimte	Nagalmtijd [s] 125 t/m 2000 Hz
Leslokalen, instructieruimten, practicumlokalen, computerlokaal, praktijkruimten, projectruimten	circa 0,8
Aula/kantine	Afhankelijk van het volume bepaald volgens $\text{Log}^*(V/20)$ met een max. van 2 s, wens circa 1,5 s

Tabel 3 Minimale luchtgeluidisolatie

Scheidingswand		Minimale luchtgeluidisolatie $D_{nT,A}$ [dB]
Van	Naar	
Leslokalen, instructieruimten	Verkeersruimte	32-34
Leslokalen, instructieruimten	Verblijfsruimte	42-45

Daarnaast is het waardevol om tijdens de beoordeling van de resultaten de volgende maatstaven aan te houden.

Tabel 4 Beoordeling verschil in geluidniveau

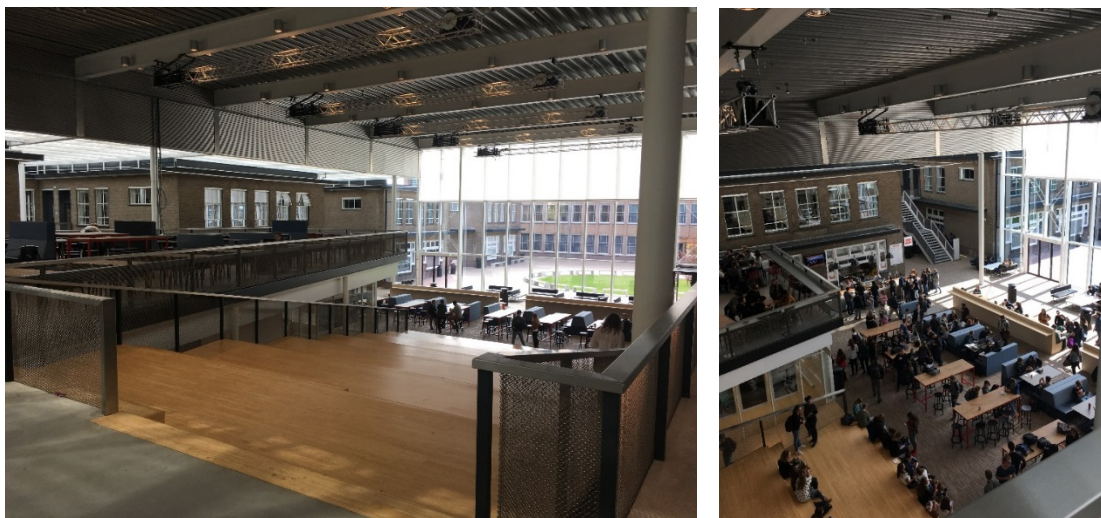
Verskil in dB	Kwalitieve beoordeling
1-2 dB	Nauwelijks hoorbaar
3 dB	Hoorbaar
5 dB	Duidelijk hoorbaar
10 dB	Significante verandering

Tabel 5 Typisch optredende geluidniveaus

Ruimte, bezetting	Geluidniveau in dB(A)
Leeromgeving, rustig	35-40
Kantoor, rustig	40-45
Restaurant, rustig	55-65
Restaurant, druk	65-75
Café, rustig	75-80
Café, druk	80-95

2.1.1 Kenmerken atrium en netwerkplein

Het atrium is circa 46 m diep, 30 m breed en 12 m hoog. In de geperforeerde dakconstructie is naar verwachting geluidabsorberend materiaal aanwezig (cannelurevulling). Verder zijn er geen geluidabsorberende elementen in het atrium aanwezig (m.u.v. beperkt geluidabsorberend meubilair). Het atrium bevat op de begane grond een stenen vloer, met een glazen gevel aan de voorzijde. De trap naar de eerste verdieping spreidt zich uit over bijna de gehele diepte en is opgebouwd uit hout. Verder zijn alle omringende oppervlakten van baksteen of glas. Zie ook navolgende afbeeldingen.



Figuur 1 Overzicht atrium vanaf eerste en tweede verdieping

De gevel van het netwerkplein is uitgevoerd met dubbel glas (exact type niet bekend) en het oorspronkelijke metselwerk. Het interieur van het netwerkplein is afgewerkt met een akoestisch absorberend plafond en geperforeerde absorberende wanden.



Figuur 1 Netwerkplein

2.2 Metingen

De metingen zijn uitgevoerd op dinsdag 19 september gedurende de lunchpauze van het VMBO (circa 12.10-12.40 uur) en het MBO (circa 12.30-13.00 uur). Er waren naar verwachting circa 350 personen aanwezig tijdens het drukste moment van de lunch (12.30-12.40 uur).

Later op de dag zijn tijdens de korte middagpauze (circa 14.30 uur) aanvullende metingen gedaan in naastgelegen theorielokalen in de westvleugel van het gebouw.

De geluidisolatie van de netwerkpelden en de nagalmtijd van het atrium is gemeten na schooltijd. Hierbij waren nog enkele personen aanwezig in en rondom het atrium.

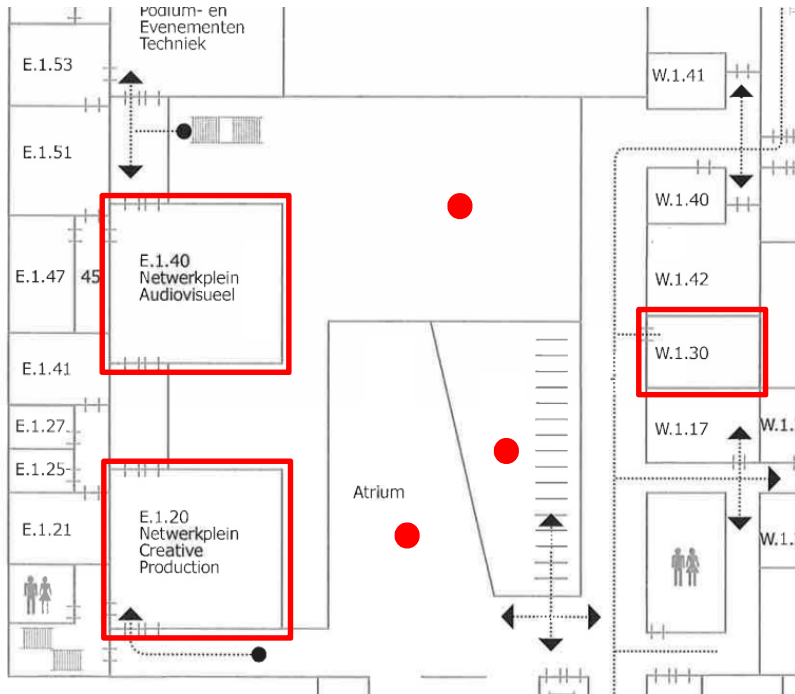
Meetapparatuur en meetmethode

De metingen zijn uitgevoerd met de volgende gekalibreerde apparatuur:

- Geluidmeter type 1 – B&K 2250
- Ruisgenerator – model Nti Audio Minirator
- Speaker/versterker – model JBL EON 610

De metingen zijn uitgevoerd conform de NEN 5077 en NEN-EN-ISO 717-1

Onderstaande plattegrond geeft het overzicht van het atrium en de gemeten ruimtes op de eerste verdieping.



Figuur 3 Bronposities en ontvangtruimtes

2.3 Geluidniveau Atrium

2.3.1 Uitgangspunten

Het geluidniveau in het atrium is gemeten gedurende de pauze, op circa 20 verschillende locaties in de ruimte. Op basis van deze metingen is in kaart gebracht wat het verwachte geluidniveau en benodigde geluidisolatie richting de netwerkleinen moet zijn.

2.3.2 Observaties

Het geluid in het atrium heeft een constant heersend niveau, wat voornamelijk wordt veroorzaakt door interactie tussen de studenten. Er is geen duidelijk aanwezig geluid van apparatuur en/of gebruik van meubilair. Binnen een straal van circa 4 meter zijn gesprekken duidelijk hoorbaar. De rest van het geluidniveau wordt veroorzaakt door het galmveld, afkomstig van bronnen in het hele atrium. Circa $1/3^e$ van de gebruikers van het atrium is in beweging gedurende de pauze.

Na 12.45 uur neemt het geluidniveau sterk af, wat resulteert in een reductie van het impulsgeluid zoals gegil, geschreeuw. Het geluid in de middagpauze heeft een vergelijkbaar niveau.

2.3.3 Meetresultaten

Geluidniveau atrium

Het geluidniveau in het atrium gedurende de pauzes varieert tussen de 74 en 77 dB(A). Dit geldt voor zowel de lunchpauze als de pauze in de namiddag. Dit komt overeen met het geluidniveau van een rustig café, wat niet vreemd is voor een atrium met dit volume en deze bezetting.

Het is opgemerkt dat de bezetting lager was dan normaal gesproken het geval is. Een verdubbeling van de bezetting zal het geluidniveau met circa 3 dB verhogen, maar zal geen significant verschil in beleving geven.

Enkele locaties en meetresultaten zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 6 Geluidniveaus atrium

Locatie	Geluidniveau (L_{Aeq}) in dB(A)
Atrium (begane grond)	70-74
Halverwege trap	77
Atrium (1 ^e verdieping)	73-77

Tijdens de pauze zijn in de aan het atrium aangrenzende ruimtes de volgende geluidniveaus gemeten.

Tabel 7 Geluidniveaus aangrenzende ruimtes

Locatie	Geluidniveau (L_{Aeq}) in dB(A)
Netwerplein E.1.40 (ramen open)	62
Netwerplein E.1.40 (ramen gesloten)	54
Lokaal W.1.30	43
Projectwerplek N.2.06	40

De gemeten geluidniveaus ter plaatse van de aan het atrium aangrenzende ruimtes zijn te hoog voor de functies van de betreffende ruimtes. Een rustige leeromgeving kan worden gerealiseerd bij een achtergrondgeluidniveau van 35-40 dB(A). Ter plaatse van de netwerpleinen zou het geluidniveau hiervoor met circa 15 dB(A) gereduceerd moeten worden.

Gezien de niet-simultane leswissels van het VMBO en MBO is aan te raden de geluidisolatie van de scheidingswanden zodanig te verhogen dat aan deze richtlijn wordt voldaan. Hier wordt in 4.4 verder op ingegaan.

Nagalmtijd atrium

Omdat hoge geluidniveaus in het atrium eveneens veroorzaakt kunnen worden door een gebrek aan geluidabsorptie in het atrium is op verschillende plekken in het atrium de nagalmtijd gemeten. Onderstaande tabel toont de eis en gemeten nagalmtijd.

Tabel 8 Nagalmtijd

Ruimte	Eis nagalmtijd [s] 125 t/m 2000 Hz	Gemeten [s] 125 t/m 2000 Hz
Netwerkplein	circa 0,8	0,6
Atrium	Afhankelijk van het volume bepaald volgens $\log^*(V/20)$ met een max. van 2 s, wens circa 1,5 s	1,6

De gemeten nagalmtijd is in overeenstemming met de eis en passend voor de grootte en beleving van de verschillende ruimtes. Hieruit kan worden geconcludeerd dat er voldoende geluidabsorptie aanwezig is om de ruimte in zijn functie te laten voorzien.

2.3.4 Conclusies t.a.v. geluidniveau

Het geluidniveau in het atrium is passend bij de bezetting en volume van het atrium. Het toevoegen van extra geluidabsorptie is een vaak toegepast techniek om het totale geluidniveau verder te verlagen. Gezien de benodigde geluidreductie (minimaal 10 dB voor een significant verschil) en de hier bijbehorende hoeveelheid geluidabsorptie, wordt dit niet als reële optie beschouwd.



Figuur 2 Overzicht atrium

2.4 Geluidwering richting netwerkzalen

2.4.1 Uitgangspunten

Om de in de aan het atrium aangrenzende ruimten optredende geluidniveaus in context te kunnen plaatsen is tevens de gevelgeluidwering gemeten door middel van een ruisbron aan de atriumzijde van de gevel. Het betreft de westgevel van de netwerpleinen E.1.20 en E.1.40. De geluidwering is gemeten met gesloten ramen en deuren.

2.4.2 Observaties

Gedurende de metingen werd duidelijk dat een groot deel van de geluidoverdracht richting de netwerpleinen afkomstig is van het rooster dat zich boven de toegangsdeuren van de netwerpleinen bevindt. Het klimaatconcept van de ruimte is gebaseerd op verdringingsventilatie. Het rooster boven de deuren richting het atrium is hierbij aanwezig ten behoeve van afvoer en als overstroomvoorziening. Hierdoor is er een directe verbinding tussen Aula en leslokaal aanwezig. In de praktijk is bovendien gebleken dat het wenselijk is om de deuren en ramen naar het atrium open te hebben voor voldoende ventilatie.

2.4.3 Meetresultaten

De navolgende tabel geeft een overzicht van de meetresultaten. Duidelijk is dat aan beide relevante eisen uit het PvE op dit moment niet wordt voldaan en dat de hinder in de netwerplein hoofdzakelijk kan worden toegeschreven aan de beperkte geluidisolatie tussen atrium en netwerpleinen.

Tabel 9 Eisen geluidisolatie en meetresultaat

	Eis $D_{nT,A}$	Gemeten $D_{nT,A}$
Leslokaal – verkeersruimte	34 dB(A)	
Leslokaal – verblijfsruimte	45 dB(A)	
Aula - netwerplein		28 dB(A)

2.4.4 Principemaatregelen

De netwerpleinen worden gedurende de dag gebruikt als leslokalen, waardoor een hogere geluidisolatie wenselijk is dan in het oorspronkelijke ontwerp verwerkt. Daarnaast geldt dat, vanwege de niet-simultane leswissels, het netwerplein in gebruik is tijdens grote drukte in het atrium en de aangrenzende verkeersruimtes.

Wij adviseren daarom de geluidisolatie van de scheidingsconstructies richting de aan het atrium grenzende ruimtes zodanig op te waarderen dat dat een D_{nTA} van circa 40-45 dB(A) kan worden behaald. Het achtergrondgeluidniveau in de netwerpleinen wordt dan beperkt tot onder de 40 dB(A), wat geconcentreerder werk beter mogelijk maakt.

Uitgaande van een situatie waarbij de ramen en deuren zijn gesloten is er een verbetering van de geluidisolatie nodig van 12-14 dB(A).

In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de uitwerking van de maatregelen.

3 Fase 2 - Luistersessie

Om het verwachtingspatroon van de medewerkers en leerlingen van Sint Lucas beter te begrijpen is, als vervolg op de geluidmetingen, op vrijdag 19 januari 2018 een luistersessie georganiseerd in het atrium van Sint Lucas Strijp-S te Eindhoven. Het doel van de luistersessie was het bepalen van het gewenste comfortniveau binnen het atrium en het nader duiden van de oorzaak van de klachten van medewerkers en leerlingen.

3.1 Opzet luistersessie

De luistersessie werd geleid door twee medewerkers van Arup en bood ruimte voor twee luisteraars per keer. Aan de hand van een vragenlijst en vier gekalibreerde geluidfragmenten zijn verschillende scenario's voorgelegd aan medewerkers en leerlingen.

Middels de verschillende scenario's is getracht het huidige comfortniveau van het atrium in kaart te brengen en tevens het door medewerkers en leerlingen gewenste comfortniveau in het atrium nader te duiden. Er zijn 4 verschillende scenario's samengesteld, elk met een eigen geluidniveau en karakter. De vragenlijst is toegevoegd in de bijlage. De vier scenario's omvatten:

Tabel 10 Overzicht geluidfragmenten

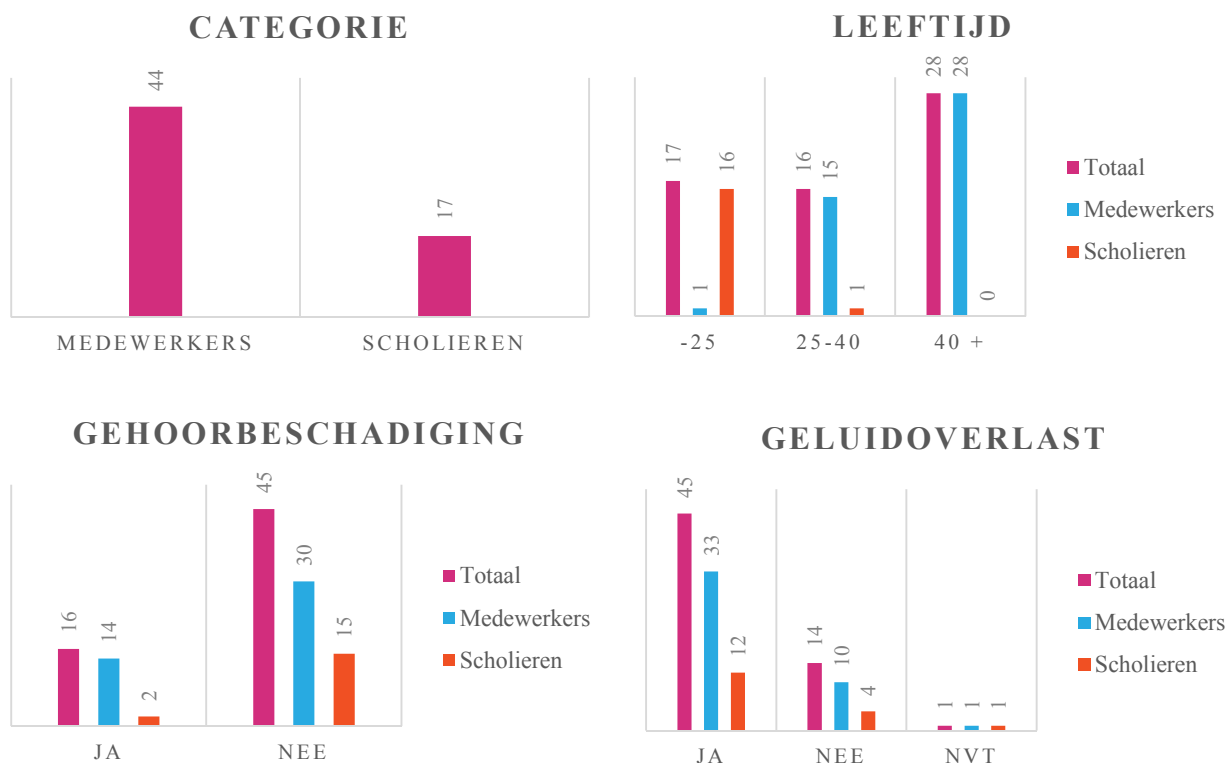
Fragment	Locatie opname	Geluidniveau	Karakteristiek
1	V(MBO) school in A'dam	74 dB(A)	Constant niveau, druk
2	V(MBO) school in A'dam	76 dB(A)	Dynamisch, impulsief, druk
3	V(MBO) school in A'dam	66 dB(A)	Constant niveau, rustig
4	Bibliotheek	56 dB(A)	Leeromgeving, zeer rustig

3.2 Resultaten

In totaal waren er 61 participanten, waarvan 59 hebben deelgenomen aan de luistersessie. De overige 2 hadden aangegeven geen luistertest te kunnen maken. De resultaten en statistieken zijn hieronder samengevat.

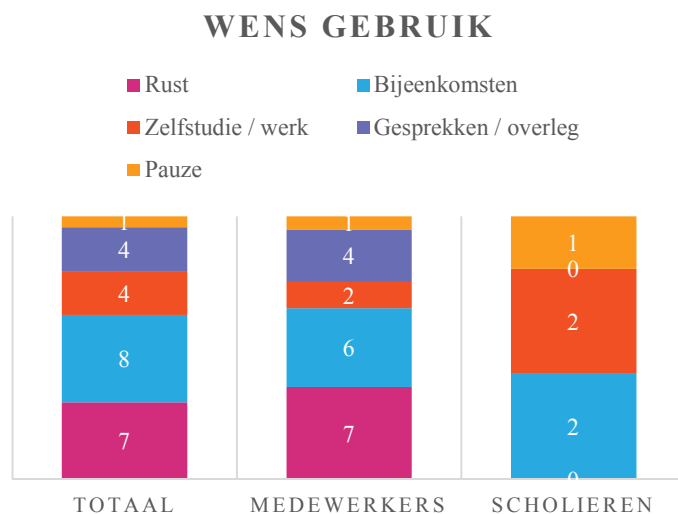
Algemene inleidende vragen

Ter beeldvorming zijn er een aantal inleidende vragen gesteld betreffende leeftijd en een eventueel bekende gehoorbeschadiging of gehoorproblemen.



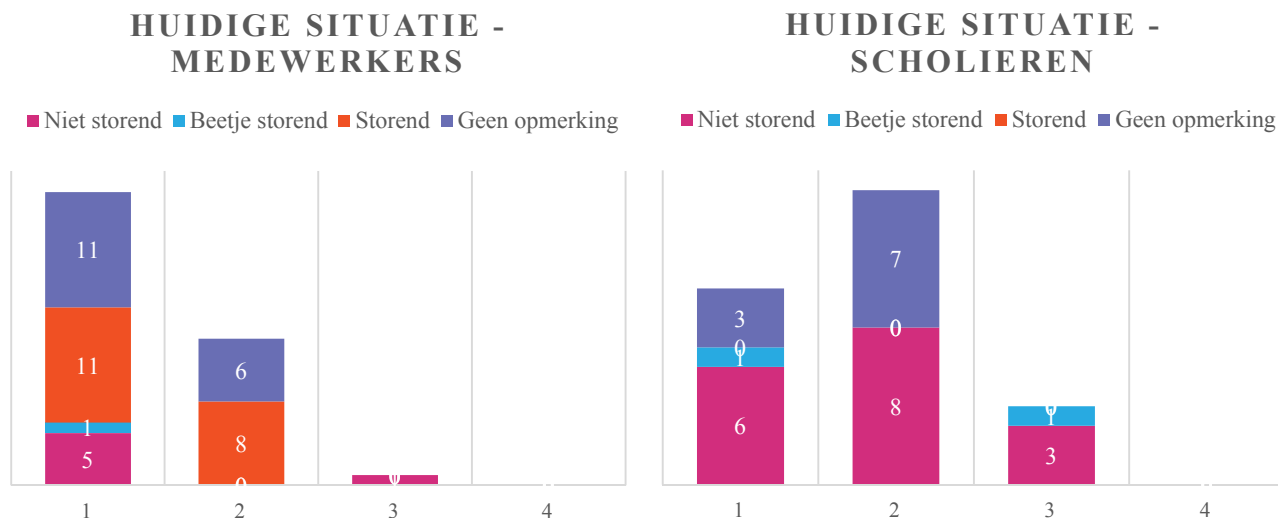
Huidig gebruik van het atrium

Het tweede segment van de vragenlijst betrof het gebruik van het atrium en (eventueel) aanvullende wensen ten aanzien van het gebruik. Opvallend aan het gewenste gebruik is dat medewerkers hebben aangegeven een rustige plek te wensen, en de mogelijkheid om bijeenkomsten en overleggen te plannen in het atrium. Scholieren hebben veelal geen expliciete wensen aangegeven, behalve een enkele keer meer mogelijkheid voor zelfstudie en bijeenkomsten.



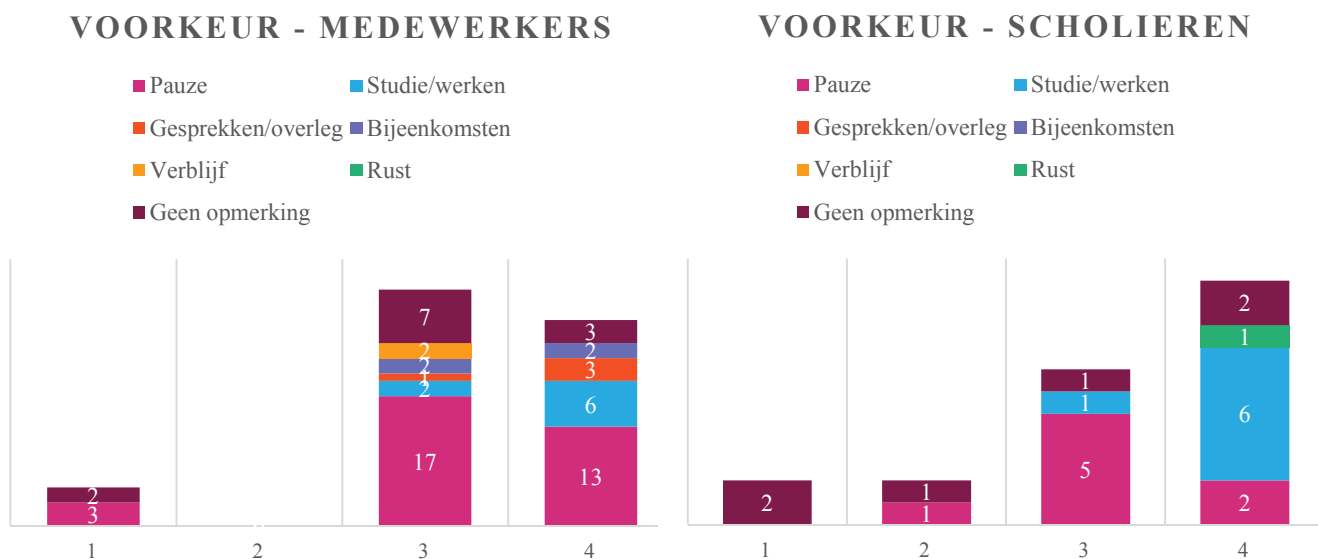
Huidig comfort atrium

Na het beluisteren van de fragmenten werd gevraagd naar het fragment dat het meest overeenkomstig is met de huidige situatie in het atrium en of deze als storend wordt ervaren. Fragment 1 wordt als het meest overeenkomstig gezien door de medewerkers, waar scholieren vaker voor fragment 2 kiezen. Opvallend is dat scholieren bij geen enkel fragment expliciet aangeven dat de huidige situatie storend is. Fragment 1 en 2 worden beiden als storend ervaren door de medewerkers.



Gewenst comfortniveau atrium

Wanneer wordt gevraagd naar het gewenste comfortniveau in het atrium dan wordt de algemene voorkeur uitgesproken voor fragment 3 en 4. Hierbij kan een onderverdeling worden gemaakt in pauzes (voorkeur 3) en studie/werken, gesprekken/overleg (voorkeur 4). Hier is geen groot verschil gevonden tussen medewerkers en scholieren.



Opmerkingen deelnemers

Aanvullend is in de vragenlijst ruimte gegeven voor extra opmerkingen betreffende de situatie in het atrium. Meerdere medewerkers gaven aan dat er inmiddels een redelijke mate van gewenning is en dat scholen 'levendig' mogen zijn. De meest opvallende opmerkingen zijn hieronder te vinden:

“Fragment 2 vond ik vergelijkbaar met de situatie in het begin. Ik ben er aan gewend geraakt of het is al verbeterd.”

“Hou de pauzes apart, dat zal veel schelen.”

“Ik merk dat ik me gedurende de afgelopen anderhalf jaar steeds vermoeider voel. Sinds de gelijke pauzes (vmbo-mbo) is het verslechterd.”

“Indirect hebben de lokalen om het atrium ook veel geluidoverlast.”

“Geluid zou binnen het atrium moeten kunnen blijven en niet tot de leeromgevingen door moeten dringen.”

“Juist omdat voor de klas staan druk is, heb je in de pauze (behoefte aan) niet zoveel lawaai.”

“Grootste hinder vooral tijdens vmbo pauzes, tijdens rustige momenten is het een fijne omgeving.”

“Ben gehoor deels kwijt sinds deze locatie.”

“Fragment 3 is acceptabel. Ik vind dat in een school wel enig blijk van leven mag zijn.”

“Ik realiseer me dat er sprake is van gewenning aan het geluid, waardoor in de dagdagelijkse praktijk de geluidsoverlast minder snel als storend wordt ervaren.”

3.3 Conclusie

De resultaten worden samengevat in de volgende punten:

- Aanvullend op de huidige functie is er behoefte om het atrium te kunnen gebruiken voor enkele overleggen/besprekingen of zelfstudie.
- Medewerkers geven aan met name behoefte te hebben aan rust in de pauze.
- Medewerkers zien fragment 1 als meest overeenkomend met de huidige situatie. Dit houdt in, een hoog maar constant geluidsniveau. Hierbij wordt aangegeven dat dit als storend wordt ervaren.
- Scholieren geven aan fragment 2 als meest overeenkomend te zien. Dit houdt in, een hoog en dynamisch geluidsniveau. Hierbij wordt echter niet expliciet aangegeven dat dit als storend wordt ervaren.
- De voorkeur is verdeeld over fragment 3 en 4. Hierbij wordt fragment 3 gezien als beter scenario voor pauzes en is het rustigere fragment 4 meer gewenst voor studie, gesprekken en overleg.

- Uit de aanvullende opmerkingen valt te concluderen dat er behoefte is aan een plek om zich te kunnen terugtrekken. Ook geeft circa 20% van de medewerkers expliciet aan dat de geluidoverdracht van het atrium naar de omliggende leslokalen als zeer storend wordt ervaren.

3.4 Vervolgstappen

Naar aanleiding van de resultaten heeft op 7 februari een overleg plaatsgevonden waarbij de resultaten zijn doorgenomen. Uit dit overleg zijn een aantal oplossingsrichtingen gekomen. Deze worden samen met enkele acties hieronder samengevat.

- Onderzoek naar mogelijke maatregelen concentreert zich primair op het verminderen van de hinder voor de medewerkers van Sint Lucas.
- Een rustige plek voor medewerkers blijkt wenselijk. Mogelijkheden voor een separate ruimte zullen door Sint Lucas worden bekeken.
- Mogelijke oplossingen met betrekking tot reductie van het geluidniveau in het atrium worden door Arup onderzocht. De effecten van deze oplossingen worden middels een akoestisch model beoordeeld.
- De optie tot het creëren van een zelfstudie/werkplek aan de achterzijde van het atrium wordt onderzocht. Een glazen wand is hierbij het uitgangspunt.

4 Fase 3 - Vervolgstudie

Als vervolg op de luistersessie (d.d. 19 januari 2018) is er een vervolgstudie gedaan om te onderzoeken op welke wijze en in welke mate het akoestisch klimaat in het atrium en docentenruimte verbeterd kan worden door het treffen van bouwkundige maatregelen. Tevens zijn de maatregelen ter verbetering van de geluidisolatie van het netwerkplein nader uitgewerkt.

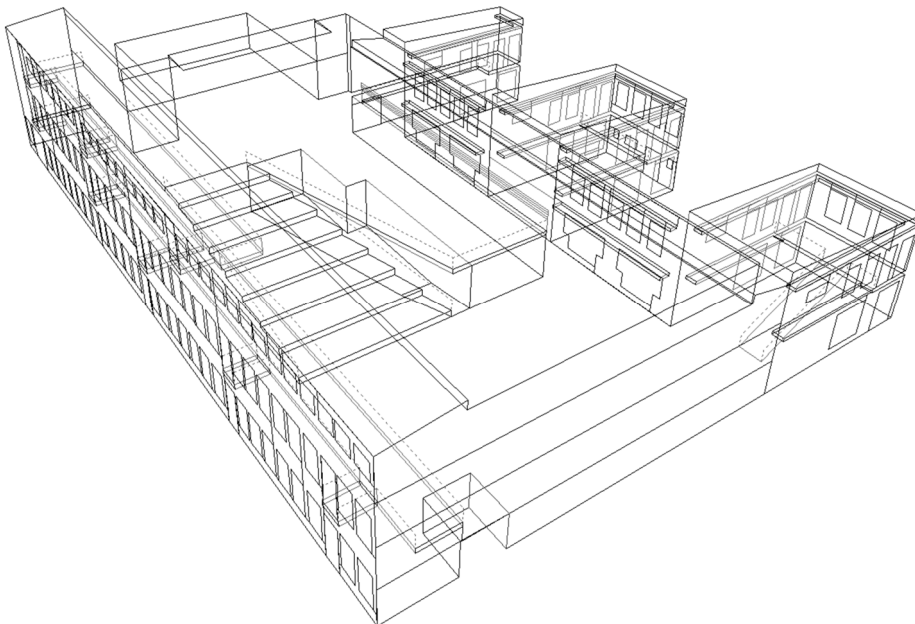
Met behulp van een akoestisch 3D rekenmodel is de effectiviteit van verschillende bouwkunde maatregelen onderzocht. Ook is een doorkijk gemaakt naar het realiseren van een studieruimte voor leerlingen.

4.1 Verlaging geluidniveaus in de docentenruimte

4.1.1 Rekenmethode

De potentiële impact van bouwkundige/akoestische maatregelen op het akoestisch klimaat in het atrium is onderzocht met behulp van een 3D akoestisch rekenmodel.

De geometrie van het rekenmodel is geconstrueerd aan de hand van de beschikbare bouwkundige tekeningen. Het akoestische software pakket “Odeon V13.04 Auditorium” is gebruikt voor de akoestische simulaties. Een visuele impressie van het akoestische rekenmodel is weergegeven figuur 5.



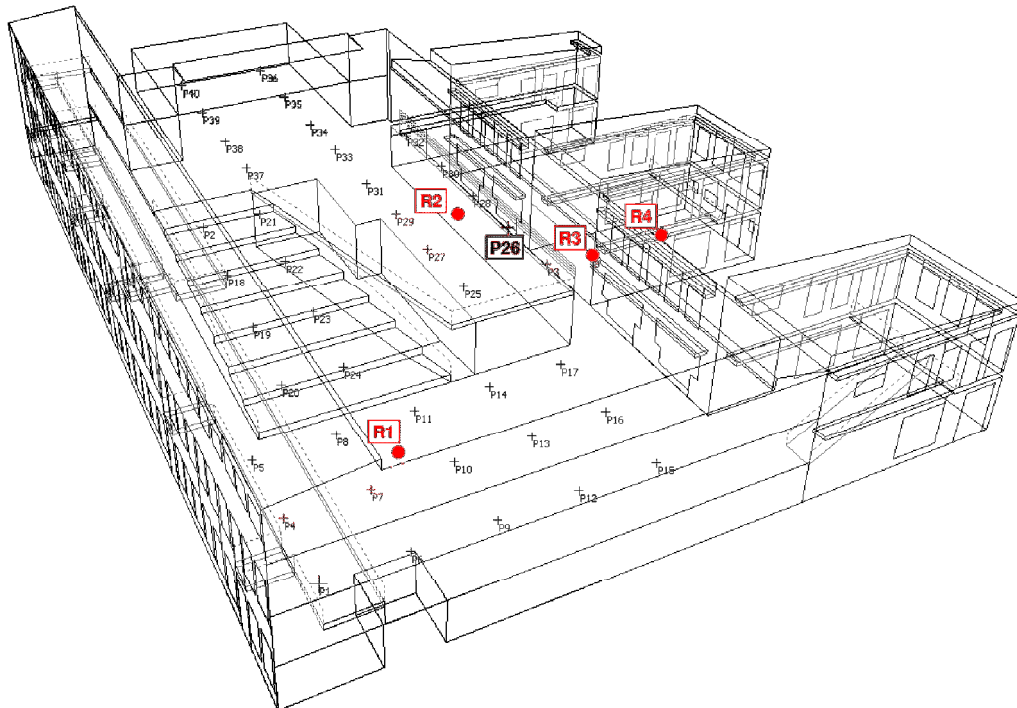
Figuur 5 – visuele impressie van akoestisch 3D model

Het is gebruikelijk om akoestische rekenmodellen te valideren aan de hand van de nagalmtijd. Het verschil tussen de gemeten nagalmtijd in het huidige atrium en de berekende nagalmtijd in het rekenmodel bedraagt minder dan $\pm 0,1$ seconde. Dit duidt er op dat het rekenmodel als voldoende accuraat kan worden beschouwd voor deze studie.

4.1.2 Onderzocht gebruiksscenario

De optredende geluidniveaus in het atrium (en de gekoppelde docentenruimte) zijn afhankelijk van de karakteristiek, luidheid en locatie van geluidbronnen. Uit de luistersessie is gebleken dat luide gesprekken van de leerlingen/studenten tijdens de pauzes worden gezien als meest storende geluidbronnen. Met name in de gekoppelde docentenruimte wordt hier hinder van ondervonden. Medewerkers hebben moeite om gesprekken te voeren/volgen als gevolg van stoorgeluid afkomstig uit het atrium. Ook stoort men zich aan de sterke dynamiek van het geluid (veel afzonderlijke pieken).

Dit gebruiksscenario is gesimuleerd door 40 geluidbronnen in het model op te nemen verspreid over het atrium, zie de kruisjes (P1-P40) in figuur 6. Dit is een vereenvoudiging van de werkelijkheid, waarbij elke bron een groep leerlingen/studenten representeert. De “luidheid” van de bronnen in het model is afgestemd zodat het algemene gesimuleerde geluiddrukkniveau in het atrium gelijk is aan de gemeten niveaus tijdens de pauze (circa 75 dB(A)).



Figuur 6 – Posities van de bron- en ontvangposities in het rekenmodel

In het rekenmodel zijn 4 ontvangposities als referentiepunten opgenomen:

- R1 in het atrium op de begane vloer;
- R2 in het atrium op de 1^e verdieping;
- R3 & R4 in de docentenruimte.

In figuur 6 zijn deze ontvangposities (R1-R4) aangeduid met rode stippen.

4.1.3 Akoestische maatregelen

Met behulp van het rekenmodel is de effectiviteit van verschillende maatregelen onderzocht. Voor deze studie is onderscheid gemaakt tussen de volgende drie varianten:

1. Aanvullende absorptie in het atrium zelf;
2. Afscherming van de docentenruimte;
3. Aanvullende absorptie in de docentenruimte.

De studie naar mogelijke bouwkundige maatregelen is iteratief uitgevoerd, waarbij voorgaande volgorde is aangehouden. Als eerste stap is onderzocht welke maatregelen er in het atrium kunnen worden getroffen ter reductie van het algehele geluidniveau.

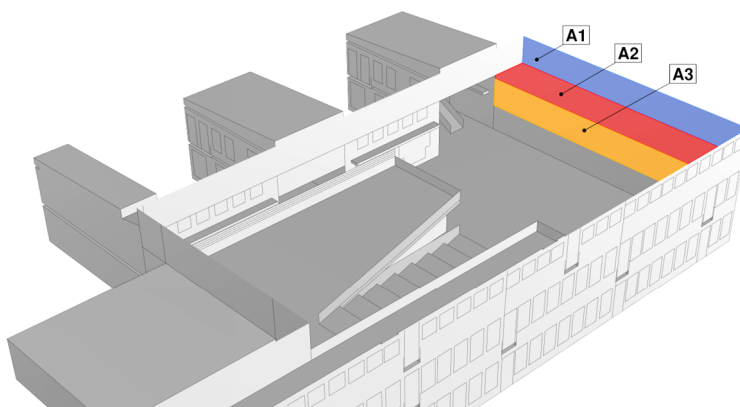
Stap 2 is een vervolgstap, waarbij maatregelen zijn onderzocht die akoestische afscherming van de docentenruimte kunnen bieden, mocht de voorspelde afname van geluidniveau in het atrium (van stap 1) niet afdoende zijn.

De laatste stap betreft de lokale akoestiek in de docentenruimte zelf. Door de nagalmtijd lokaal te reduceren zal deze omgeving akoestisch aangenamer zijn voor het voeren van gesprekken.

In de volgende paragrafen worden de onderzochte opties per onderdeel besproken.

Aanvullende geluidabsorptie in atrium

In het atrium zijn weinig mogelijkheden extra absorptie aan te brengen. Het dak is reeds absorberend uitgevoerd en de metselwerk gevels van de oudbouw zijn niet geschikt voor het aanbrengen van extra absorptie. De glazen buitengevel biedt echter wel mogelijkheid absorptie aan te brengen. Daarom zijn de volgende bouwkundige ingrepen onderzocht:

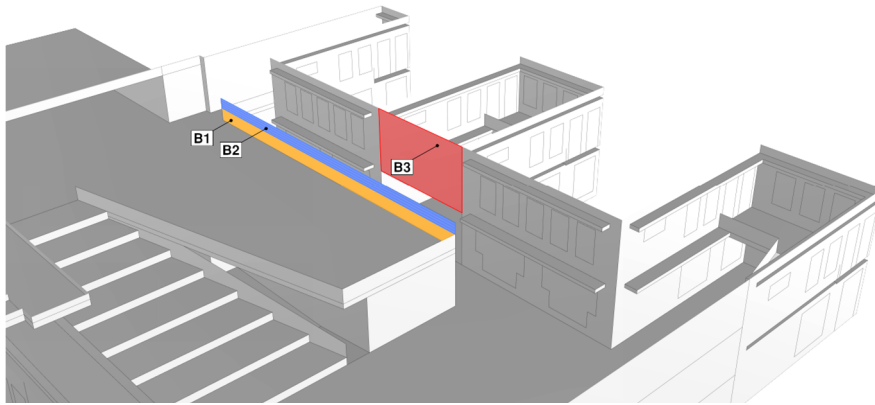


- A1** transparante geluidabsorberend folie t.p.v. gevelbeglazing op $\geq 100\text{mm}$ spouw, ca. 82 m²;
- A2** optie A1 + transparante geluidabsorberend folie t.p.v. gevelbeglazing op $\geq 100\text{mm}$ spouw, ca. 175 m²;
- A3** optie A1&A2 + transparante geluidabsorberend folie t.p.v. gevelbeglazing op $\geq 100\text{mm}$ spouw, ca. 267 m²

Figuur 7 – mogelijke bouwkundige ingrepen ter verbetering van ruimte akoestiek in het atrium

Afscherming docentenruimte

Naast absorptie kan ook afscherming effectief zijn voor het verlagen van het geluidniveau in de docentenruimte. Afscherming is het meest effectief direct bij de bron of de ontvanger. Daarom zijn de volgende bouwkundige ingrepen onderzocht:

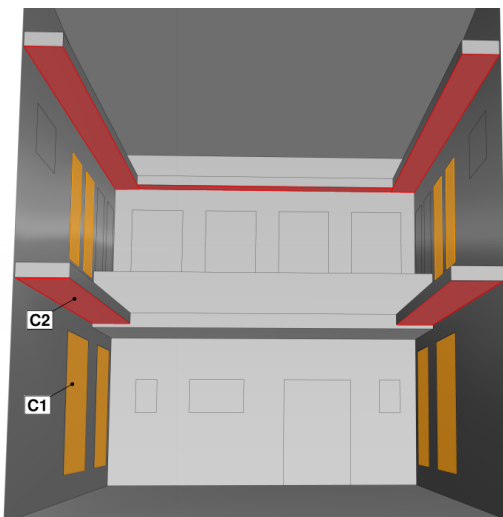


- B1** bestaande balustrade dichtzetten met plaatwerk of glas;
- B2** bestaande balustrade dichtzetten met plaatwerk of glas en verhogen tot 1.8m;
- B3** opening naar de docentenruimte gedeeltelijk (boven 4m) dichtzetten met lichte scheidingswand of glas.

Figuur 8 – mogelijke bouwkundige ingrepen ter afscherming van docentenruimte

Aanvullende geluidabsorptie in docentenruimte

Tot slot zijn de volgende bouwkundige ingrepen onderzocht ter verbetering van de ruimte akoestiek in de docentenruimte zelf:



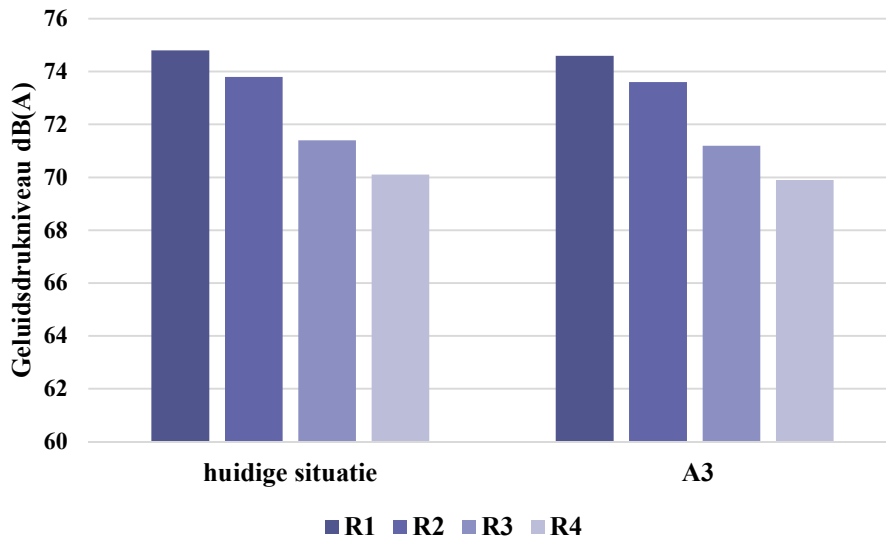
- C1** transparante geluidabsorberend folie t.p.v. binnen beglazing op $\geq 100\text{mm}$ spouw of een vergelijkbaar oppervlak aan akoestisch wandpaneel;
- C2** geluidabsorberende pleister t.p.v. onderzijde bestaande overstek

Figuur 9 – mogelijke bouwkundige ingrepen ruimte akoestiek in docentenruimte

4.1.4 Resultaten geluidniveau docentenruimte

Aanvullende absorptie atrium

In figuur 10 zijn de berekende geluidsdruk niveaus op ontvangposities R1-R4 (zie figuur 7) voor variant A3 vergeleken met de huidige situatie. Voor de overzichtelijkheid is er voor gekozen om enkel variant A3 te presenteren, omdat van deze variant het grootste verschil kan worden verwacht.

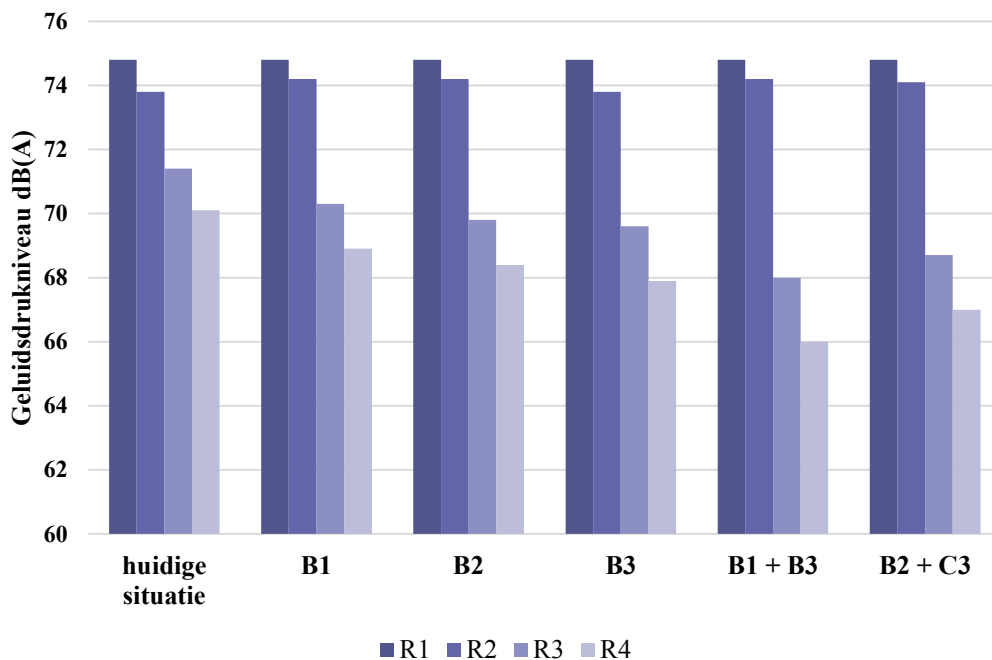


Figuur 10 – Gemodelleerde geluidsdruk niveau voor ontvangers R1-R4 voor de huidige situatie en met aanvullende geluidabsorptie in het atrium

Uit bovenstaande grafiek kan worden geconcludeerd dat het toevoegen van een groot oppervlak aan absorberende materiaal (optie A3 - ca. 267 m²) voor zowel de leerlingen (R1-R2) als de docentenruimte (R3-R4) slechts in een marginale verbetering resulteert, kleiner dan 1dB. Dit impliceert dat deze ingreep geen hoorbare verbetering op zal leveren. Ook in de geluidoverdracht richting lokalen zal het aanbrengen van extra absorptie niet tot nauwelijks effect hebben. Derhalve wordt geconcludeerd dat de benodigde investering niet opweegt tegen het verhogen van het comfortniveau.

Afscherming docentenruimte

In de grafiek van figuur 11 zijn de berekende geluidsdrukkniveaus voor de opties B1, B2 en B3 weergegeven voor de vier ontvangposities R1-R4. Ter referentie is ook de huidige situatie gemodelleerd en in figuur 11 weergegeven.



Figuur 11 – Gemodelleerde geluidsdrukkniveau voor ontvangers R1-R4 voor verschillende opties voor akoestische afscherming van de docentenruimte

Uit figuur 11 kan worden afgeleid dat in de huidige situatie de afname in geluidniveau richting de docentenruimte heel beperkt is. Dit komt overeen met de ervaren hinder. Dit is deels te wijten aan het feit dat er een directe zichtlijn bestaat tussen de docenten en leerlingen op de 1^e verdieping van het atrium. Hierdoor kan het geluid zich ongehinderd voortplanten van de leerlingen naar de docentenruimte (en andersom).

Verhoogde balustrade ter plaatse van trap

Het effect op het totale geluidniveau van enkel het verhogen van de balustrade (B1/B2) blijkt beperkt, ruim 1 dB. Een afname van het geluidniveau wat met het gehoor niet waarneembaar is.

Hoewel de verhoogde balustrade het totale geluidniveau niet significant doet afnemen, zal de balustrade wel als effect hebben dat de dynamiek van het geluid afneemt. Sterke pieken als gevolg van leerlingen dichtbij de balustrade worden weggenomen. Uit de luistertest kwam duidelijk naar voren dat men de huidige situatie als geluid met veel dynamiek beoordeelde, terwijl een situatie met weinig dynamiek wenselijk was.

Aanvullende afscherming bovenin docentenruimte

Figuur 11 laat zien dat de meeste verbetering mag worden verwacht van een combinatie van variant B1+B3 met aanvullende afscherming bovenin de docentenruimte. De afname in geluiddruk niveau ten opzichte van de huidige situatie is 3 tot 4 dB. Dit komt overeen met een halvering van de geluidenergie. Bovendien zal de dynamiek van het geluid sterk afnemen.

Echter, een halvering van de geluidenergie wordt door de mens niet als half zo luid ervaren. Een verschil van 3 tot 4 dB is merkbaar, maar geen duidelijke stap in comfortniveau. Hiervoor is een stap van minimaal 5 dB wenselijk, maar voor een verbeterde spraakverstaanbaarheid en aangenaam werkklimaat is een reductie van minimaal 10 dB nodig.

Aanvullende geluidabsorptie in docentenruimte

Vanwege de grote visuele impact van de afscherming van de docentenruimte en het beperkte effect is tot slot onderzocht wat een combinatie van afscherming (verhoogde balustrade, B2) en aanvullende geluidabsorptie in de docentruimte (C) voor effect heeft op het geluidniveau. Figuur 12 illustreert dat met deze combinatie een vergelijkbare reductie in het geluidniveau kan worden bereikt als voorgaande variant. Een verschil van 3 tot 4 dB is merkbaar, maar geen duidelijke stap in comfortniveau. Ook voor deze variant geldt dat de dynamiek van het geluid wel zal afnemen.

Conclusie en advies

Geconcludeerd kan worden dat een significante afname van het geluidniveau in de docentenruimte niet haalbaar lijkt met bouwkundige maatregelen zonder een al te grote impact. Het geluidniveau kan 3-4 dB worden verlaagd. Echter een resterend geluidniveau van 66-68 dB(A) is nog altijd vrij hoog en men kan niet spreken van een 'rustige' docentenruimte. Voor een goede spraakverstaanbaarheid van gesprekken tussen docenten onderling is een duidelijk lager geluidniveau wenselijk. Echter tijdens pauzes kan dit niveau acceptabel worden geacht, zeker wanneer de dynamiek van het geluid af zal nemen. Daarom wordt geadviseerd de balustrade ter plaatse van de trap te verhogen en aanvullende geluidabsorptie in de docentenruimte aan te brengen.

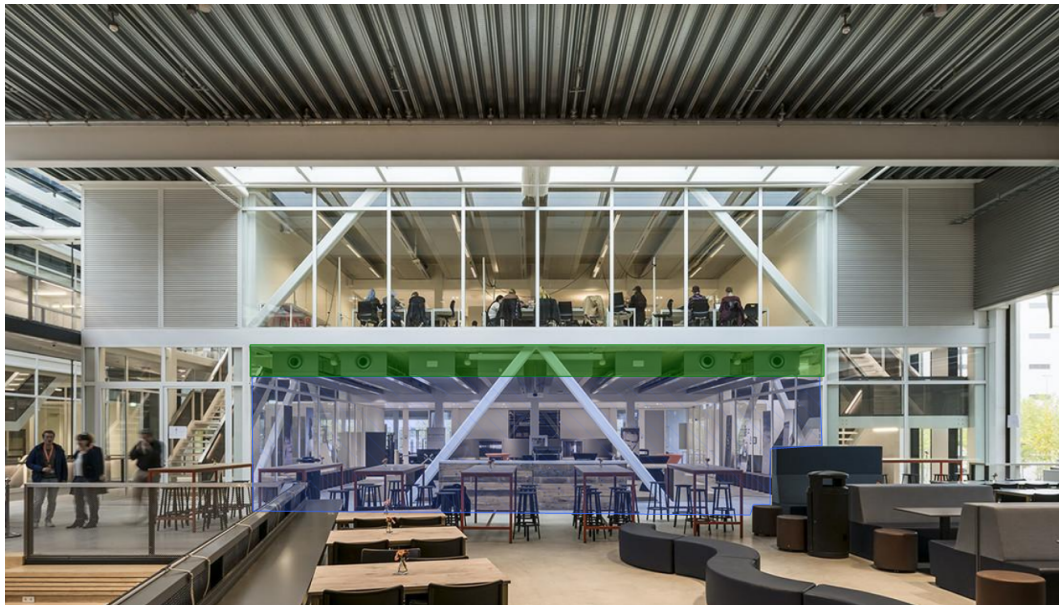
De maatregelen bestaan uit:

- Verhogen van de bestaande balustrade tot een totale hoogte van 1,8 meter. Dit kan met beglazing of plaatmateriaal worden uitgevoerd. Indien wordt gekozen voor plaatmateriaal dient het plaatmateriaal een massa van minimaal 10 kg/m² te hebben.
- Toepassen van aanvullende geluidabsorptie (geluidabsorptie $NRC \geq 0.85$) in de docentenruimte middels transparante geperforeerde folie ter plaatse van de ramen of een vergelijkbaar oppervlak aan geluidabsorberende wandpanelen (totaal 45 m², bijvoorbeeld Ecophon WallPanel of Rockfon VertiQ). Tevens wordt de onderzijde van de overstekken voorzien van geluidabsorberend stucwerk (totaal 35 m², bijvoorbeeld Acosorb DC3 35 mm).

Wil men een docentenruimte realiseren waar ook tijdens pauzes rustig gesprekken kunnen worden gevoerd, dan wordt geadviseerd elders in het gebouw een nieuwe docentenruimte in te richten. Het volledig dichtzetten van de huidige docentenruimte heeft een te grote impact en past niet binnen het huidige gebouwconcept.

4.2 Aparte studieruimte voor leerlingen

Uit de luistersessie is gebleken dat ook leerlingen behoefte hebben aan een rustigere plek om te kunnen studeren. Tijdens het overleg van 7 februari jl. is besproken dat hier eventueel mogelijkheden voor zijn in het verlaagde deel van het atrium op de 1^e verdieping.



Figuur 12 – Glazen scheidingswand ter plaatse van verlaagde deel atrium

Ter plaatse van het overstek is het mogelijk een glazen scheidingswand te plaatsen aan de atriumzijde van de staalconstructie (al dan niet uitgevoerd als mobiele paneelwand, blauw in figuur 12). Wij adviseren de volgende maatregelen te treffen:

- Om voldoende effect te hebben dient de geluidisolatie van de glazen scheidingswand minimaal $R_w = 35$ dB te bedragen. Toegangsdeuren kunnen uitgevoerd worden in glas en dienen rondom voorzien te worden van enkele kierdichting (aan de onderzijde middels een valdorpel). Voor deze deuren geldt een geluidisolatie $R_{w,p}$ van minimaal 35 dB.
- De toevoerroosters voor de ventilatie van het atrium dienen te worden aangepast. Opnemen in een bouwkundige koof ligt voor de hand (groen in figuur 12). De overige ventilatievoorzieningen van het verlaagde deel van het atrium kunnen behouden blijven. Afhankelijk van de uitwerking van de koof dient rekening gehouden te worden met het voorkomen van overspraak via de roosters/kanalen.

4.3 Netwerkpleinen

Uit de geluidmetingen van september 2017 is naar voren gekomen dat de twee elementen die oorzaak zijn van de hoge geluidniveaus ter plaatse van de netwerkpleinen de ramen in de scheidingswand met het atrium en de roosters boven de deuren richting het atrium zijn. Een ingreep aan de roosters boven de deur heeft echter ook effect op het klimaatconcept van de netwerkpleinen. Er wordt gestreefd naar een integrale oplossing die zowel het klimaat- als akoestiek ontwerp ten goede komt. Dit resulteert in een voorstel voor de volgende principemaatregelen:

1. Afsluiten van roosters boven toegangsdeuren van het netwerkplein.

Het overgrote gedeelte van de geluidoverdracht vindt plaats via de roosters boven de deuren. Zonder aanpassing van de roosters heeft het treffen van andere (bouwkundige) maatregelen onvoldoende effect.

Het vervangen van de roosters kan een aantal dB reductie geven, maar dit zal onvoldoende zijn voor een significante reductie van de hinder. Het toepassen van geluiddempers direct achter de roosters geeft meer reductie maar zal naar verwachting te veel drukverlies genereren waardoor de al als slecht ervaren luchtbehandeling nog minder goed zal functioneren. Daarom wordt voorgesteld de roosters geheel af te sluiten met een beplating (massa 30 kg/m²).

2. Aanpassen klimaatontwerp

Afsluiting van de roosters is alleen mogelijk met aanpassingen van de klimaatinstallaties. Door het afsluiten van de roosters zal het nodig zijn om de retourlucht op een andere wijze af te voeren. Hierbij moet worden nagedacht over de richting van de retourlucht uit de ruimte. De retourventilatie kan niet via het atrium plaatsvinden, zoals momenteel het geval is. In overleg met onze engineers is gebleken dat de meest realistische oplossing is om een aanvullende luchtbehandelingskast te plaatsen voor de oostvleugel van de bestaande bouw. De toevoer- en retourkanalen van het ventilatiesysteem zal zodanig moeten worden ontworpen dat deze de geluidisolatie niet verslechtert.

3. Vervanging beglazing

Aanvullend zal het nodig zijn om de beglazing in de scheidingswand richting atrium te upgraden. Geadviseerd wordt om de beglazing te vervangen voor vaste ramen. De minimale beglazing die benodigd is om een $D_{nT,A}$ van 45 dB(A) te halen is 10/12/44.2A of vergelijkbaar. Als alternatief kan worden overwogen de bestaande kozijnen en beglazing te handhaven en een aanvullende achterzetbeglazing toe te passen.

Er wordt geadviseerd om het klimaatontwerp parallel met de geluidwering van de gevel van de netwerkpleinen te opwaarderen.

5 Samenvatting

In opdracht van Sint Lucas is onderzoek uitgevoerd naar de ondervonden geluidhinder in het atrium en netwerkpaleizen op de locatie Strijp-S. De klachten hebben betrekking op het algemeen heersende geluidniveau in het atrium tijdens pauzes, de hoge geluidniveaus tijdens niet-simultane leswissels van VMBO en MBO en de geluidniveaus op de netwerkpaleizen.

Middels geluidmetingen is de ondervonden hinder nader gekwantificeerd. Hieruit is naar voren gekomen dat de ruimteakoestiek van het atrium in lijn is met de ontwerpuitgangspunten die ooit zijn vastgesteld. De gemeten geluidniveaus in het atrium komen overeen met wat mag worden verwacht van een ruimte met een dergelijk volume en bezetting.

Het gemeten geluidniveau in de aan het atrium grenzende netwerkpaleizen is echter te hoog voor het gebruik van de betreffende ruimte. De geluidwering van de scheidingsconstructie blijft achter bij de ontwerpuitgangspunten. Daarnaast wordt het netwerkpaleis gebruikt voor meer klassikale lessen. Iets wat in het ontwerp niet was voorzien en waarop de geluidwering van de scheidingsconstructie niet is afgestemd.

Middels een luistertest is getracht beter grip te krijgen op het verwachtingspatroon van medewerkers en leerlingen. Samengevat is de uitkomst van de luistertest:

- Medewerkers ervaren het atrium als een luide ruimte met een constant hoog geluidniveau. Dit wordt als storend ervaren.
- Leerlingen ervaren het atrium als een ruimte met een hoog *en dynamisch* geluidniveau (veel pieken). Hierbij wordt niet expliciet aangegeven dat dit als storend wordt ervaren.
- Zowel medewerkers als leerlingen wensen een ruimte met meer rust, waarbij het geluidniveau in het atrium aanmerkelijk lager zou moeten zijn om gesprekken helder te kunnen volgen.
- Aanvullend op de huidige functie is er behoefte om het atrium te kunnen gebruiken voor enkele overleggen/besprekingen of zelfstudie.
- Medewerkers geven aan met name behoefte te hebben aan rust in de pauze.
- Ook geeft circa 20% van de medewerkers expliciet aan dat de geluidoverdracht van het atrium naar de omliggende leslokalen als zeer storend wordt ervaren.

Op basis van de resultaten van de luistertest is onderzocht welke maatregelen kunnen worden getroffen om de ondervonden hinder te beperken.

Middels een 3D akoestisch rekenmodel is de geluidoverdracht tussen atrium en docentenruimte gemodelleerd. Er is gebleken dat het toevoegen van extra geluidabsorptie in het atrium nauwelijks effect zal hebben. De meest reële optie om de hinder in de docentenruimte te beperken is het verhogen van de atriumbalustrade op de 1^e verdieping in combinatie met het toevoegen van extra geluidabsorptie in de docentenruimte.

Het absolute geluidniveau in de docentenruimte zal niet heel sterk dalen, wel zal de dynamiek van het geluid aanzienlijk afnemen door de afscherming. De extra absorptie zal zorgen voor een betere spraakverstaanbaarheid in de docentenruimte zelf.

Uit de luistersessie is eveneens gebleken dat leerlingen behoefte hebben aan een rustigere plek om te kunnen studeren. Er is besproken dat hier eventueel mogelijkheden voor zijn in het verlaagde deel van het atrium op de 1^e verdieping. Ter plaatse van het overstek is het mogelijk een glazen scheidingswand te plaatsen aan de atriumzijde van de staalconstructie (al dan niet uitgevoerd als mobiele paneelwand).

Om de hinder ter plaatse van de netwerkleinen te beperken is het nodig de geluidwering van de scheidingsconstructie te verbeteren. De beglazing in de kozijnen moet verbeterd worden (al dan niet middels voorzetramen) en de roosters boven de toegangsdeuren dienen te worden dichtgezet. Hiervoor is eveneens een aanpassing in de luchtbehandeling noodzakelijk.

Met de beoogde maatregelen wordt de hinder zoveel als mogelijk beperkt binnen de mogelijkheden van het gebouw.

Appendix A

Vragenlijst luistersessie

Vragenlijst Akoestisch Comfort Atrium Sint Lucas

Eindhoven d.d. 19 januari 2018

ARUP

Algemene vragen

1. Wat is je naam?

.....(of anoniem)

2. Ben je scholier/docent/anders?

.....

3. Wat is je leeftijdscategorie?

Onder de 25 jaar / 25 tot 40 / 40 en ouder

4. Heb je last van gehoorschade en/of gehoorproblemen ?

.....

.....

5. Heb je geluid ooit als hinderlijk ervaren? Zo ja, kan je hiervan een korte omschrijving geven? (bijv. verkeerlawaaï, te luide muziek tijdens concerten, burens, etc.)

.....

.....

6. Op welke locatie(s) in het atrium verblijf je het vaakst?

.....

7. Voor welke activiteit(en) gebruik je het atrium?

.....

8. Wat is je algemene indruk van het gebouw m.b.t. de functionaliteit en de voorzieningen ?

.....

9. Zijn er activiteiten waarvoor je het atrium zou willen gebruiken, maar wat in het huidige atrium (om welke reden ook) niet mogelijk is? Zo ja, wat voor activiteiten?

.....

.....

Luistertest

Je gaat straks luisteren naar vier geluidfragmenten, waarin per fragment een specifieke sfeer hoorbaar wordt gemaakt. We adviseren om de fragmenten met je ogen dicht en geconcentreerd te beluisteren.

Tijdens het luisteren, willen we je vragen om na te denken over de volgende twee vragen:

1. Welk fragment komt het best overeen met de huidige sfeer in het atrium en vind je dit storend?

.....

.....

2. Uitgaande van de activiteit die je in het atrium uitvoert, welk fragment heeft dan jouw voorkeur? (Dit mogen ook voor verschillende activiteiten verschillende sferen zijn)

Activiteit:

Fragment:

.....

.....

.....

Heb je nog aanvullende opmerkingen/bevindingen m.b.t. de akoestiek in het atrium?

.....

.....

.....

Bedankt voor je medewerking!