



Ruimte in de Rijnhaven

Een onderzoek naar
de geluidsbeleving



Universiteit
Leiden
Academy of Creative
and Performing Arts

SOUND
TRACK
CITY



Gemeente Rotterdam

Colofon

Gemeente Rotterdam, Stadsontwikkeling, afdeling Ruimte, Wonen en Milieu

april 2022, bijgewerkt augustus 2022

Auteurs: Michiel Huijsman, Soundtrackcity en Marcel Cobussen, Universiteit Leiden.
Met medewerking van: Rawan Serhan, Jan Potter, Daniel Koster, Joëlle Güthschmidt.

Vragen: dg.koster@rotterdam.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding - Ruimte in de Rijnhaven	5
2	Context	6
	2.1 Rotterdam en het Actieplan Geluid	6
	2.2 Geluid	6
	2.2.1 Geluid is relationeel	6
	2.2.2 Geluid en geluidsbeleving	6
	2.2.3 Geluid als sociaal-politieke component	6
	2.2.4 Geluid en ecologie	7
	2.2.5 Ontwerpen aan geluid	7
	2.3 Het team	7
	2.4 Aanpak van het onderzoek	7
3	Hoe klinkt de Rijnhaven nu?	9
	3.1. Huidige (positieve) eigenschappen van de klankruimte Rijnhaven	9
	3.2 Bouwgeluid	9
	3.3 Eenvormige klankruimte	9
4	Prognose van de toekomstige geluidsbeleving van de Rijnhaven	10
	4.1 De drijvende parken	10
	4.2 Het vaste park	10
	4.2.1 Ontwerp	10
	4.2.2 Vallei en strand	10
	4.3 Het havenbekken	11
	4.4 Rondje Rijnhaven	11
	4.5 Invloed mobiliteitstransitie	11
5	Concrete aanbevelingen	13
	5.1 Integreer geluidsbeleving in het ontwerp	13
	5.2 Versterk verschillen	13
	5.3 Voeg geluiden toe	13
	5.4 Vergroen de gevels	13
	5.5 Voorkom evenwijdige gevelvlakken	13
	5.6 Introduceer geveldetaillering	14
	5.7 Introduceer ronde vormen	14
	5.8 Varieer bodembedekking en textuur	14
	Aanbevelingen per deelgebied	15
	5.9 Pontons	15
	5.10 Drijvend groen, rietgorzen	15
	Deelgebieden van het vaste park	16
	5.11 Het Luxor plein	16
	5.12 Getijdepoelen en Waterspel	16
	5.13 De Cherry Bowl	17
	5.14 Rondje Rijnhaven	17
	5.15 De Esplanada	17
	5.16 Vergroening op de drie bouwblokken	18
	5.17 Posthumalaan	18
	5.18 Het strand	18
	Procesmatige aanbevelingen	18
	5.19 Ontwerpexpertise geveldetaillering	18
	5.20 Ontwerpexpertise groene gevels	18
	5.21 Positionering van bouwvolumes	18
	5.22 Onderwaterleven hoorbaar maken	18
6	Conclusies	19



1 Inleiding - Ruimte in de Rijnhaven

Wat als eerste opvalt als je vanaf de Posthumalaan bij Luxor de hoek om slaat en de Rijnhaven in zicht krijgt is de ruimte; die is groots en overweldigend. Als Rotterdam een huis is dan is de Rijnhaven een van de grote kamers van de stad. Deze ruimtelijkheid ervaar je niet alleen visueel, maar zeker ook auditief. Luister

Sound is the perfect sign for artists but a maddeningly imprecise one for logicians; it points without confirming and suggests without asserting.
(Joanna Demers)

Audiofile 1. Geluidsimpressie huidige Rijnhaven (Huijsman)



In voorjaar 2022 liepen we over de Antoine Platekade en op het ponton van het drijvende park. Je hoort een mix van typische Rijnhaven geluiden; Een continue brom van de industrie, pratende mensen lopen over de kade, de terrassen zijn open, bouwgeluiden uit de verte, het gezoem van een vliegtuigje. We dalen af naar het drijvende park, horen subtiele watergeluiden en tenslotte vanuit de verte de metro over het verhoogde spoor.

> Klik deze link en luister online: <https://rijnhavengeluidsbeleving.nl/>

maar. Hoor je de wind aankomen uit het westen? Klettert er net een hagelbui neer op het water? Het is afwisselend, de elementen hebben hier vrij spel. Of ben je op een zwoele zomeravond aan de Rijnhaven en hoor je uit de verte het geroezemoes van mensen op een terrasje? Geluid draagt hier ver. Hoor de betonmolens draaien aan de overkant waar druk wordt gebouwd. Het piepen van een bouwkraan. Het geluid van een vallende hamer die een paar keer heen en weer kaatst tussen de gevels rond de haven. Luister eens naar een auditieve impressie van de huidige Rijnhaven (gebruik alsjeblieft een hoofdtelefoon!) ...

Dit rapport gaat dus over geluid, over horen en luisteren rondom en in de Rijnhaven, over hoe de Rijnhaven en de directe omgeving klinkt en zou kunnen gaan klinken. Waarom zo'n rapport? Uit velerlei onderzoek blijkt dat geluid in de beleving van een stad een belangrijke plaats inneemt terwijl de aandacht van ontwerpers, stedenbouwkundigen en beleidsmakers over het algemeen gericht is op visuele aspecten. Dit rapport is geen kritiek daarop, wel een aanvulling. Het creëren van een aangename omgeving houdt zeker ook in dat die prettig klinkt, hoe subjectief dat misschien ook mag

zijn. Sound designers, mensen in de muziekindustrie en geluidskunstenaars weten het natuurlijk allang: ook de auditieve omgeving kan 'gecomponeerd' worden (al valt dat met name ten aanzien van publieke ruimtes vaak niet mee) en dat heeft invloed op het doen en laten van mensen. Dit rapport vormt een aanzet om na te denken over hoe de Rijnhaven auditief ingericht kan worden waardoor het een geweldig gebied wordt om te verblijven en om dicht bij in de buurt te wonen.

Het rapport bestaat naast deze inleiding uit vier delen: deel 2 geeft, naast een algemene achtergrond aangaande de betekenis van geluid in openbare ruimtes, een korte inleiding op het onderzoek dat aan dit rapport ten grondslag heeft gelegen. Deel 3 bestaat uit een evaluatie van de huidige geluidssituatie van de Rijnhaven. Deel 4 geeft een prognose van de geluidssituatie na uitvoering van het inrichtingsontwerp. Deel 5, tenslotte, bevat een lijst met aanbevelingen om de toekomstige Rijnhaven goed te laten klinken, om het zo te laten klinken dat mensen er met plezier naar toe zullen komen, om het zo te laten klinken dat het een prettige verblijfsplek wordt.

2 Context

2.1 Rotterdam en het Actieplan Geluid

Berekeningen van geluidbelasting geven aan dat in Rotterdam 1 op de 6 mensen negatief beïnvloed wordt door geluid. Naar verwachting zal geluidshinder de komende jaren toenemen vanwege verdere verdichting. Om dit aan te pakken stelt de Gemeente Rotterdam elke vijf jaar een *Actieplan Geluid* op. In dit plan staat beschreven hoe de stad de komende jaren de geluidsbelasting en de daarmee samenhangende negatieve gezondheidseffecten (stress, slaapverstoring en hart- en vaatziekten) denkt te gaan verminderen. Een speerpunt in het huidige *Actieplan Geluid (2019-2023)* is het verbeteren van de geluidsbeleving; die beleving moet een grotere rol gaan spelen in het geluidsbeleid dat nu nog gedomineerd wordt door geluidsberekeningen en metingen.

Om meer inzicht te krijgen in de nog betrekkelijk recente aandacht voor geluidsbeleving voert Rotterdam verschillende pilots uit. De 7 grote stadsprojecten bieden hiervoor een mooie kans. Middels deze projecten worden aantrekkelijke openbare plekken gecreëerd waar mensen elkaar kunnen ontmoeten, waar ze kunnen verblijven en recreëren.

Rijnhaven is na het Hofplein en het Hofbogenpark het derde grote stadsproject waarin een geluidsbeleving een rol speelt. Het geluidsonderzoek aldaar richt zich primair op functionaliteit en doelmatigheid: wanneer Rijnhaven auditief goed ontworpen wordt, zal het gebruikt worden zoals voorgesteld in de gemaakte plannen.

Onderzoeken hoe mensen geluid beleven is minstens zo belangrijk als geluidsmetingen verrichten

2.2 Geluid

2.2.1 Geluid is relationeel

Geluid is niet alleen afkomstig van de geluidsbron maar ook van andere elementen op een bepaalde plek; geluid is daarom relationeel. Je hoort niet zomaar het geluid van een auto, maar je neemt ook waar of die auto hard of zacht rijdt, op een nat of droog wegdek, op klinkers of op asfalt, langs open terrein of hoge bebouwing, naast

veel ander verkeer of in een betrekkelijk stille omgeving, etc. Dit relationele aspect van geluid is ook van belang voor de Rijnhaven.

2.2.2 Geluid en geluidsbeleving

Vanzelfsprekend kunnen de intrinsieke eigenschappen van bepaalde geluiden gemeten en beschreven worden: hoe hard/zacht, hoog/laag of lang/kort is een geluid? Hoe scherp, tonaal, regelmatig of plots optredend is het? Maar wellicht relevanter voor de (her)inrichting van een gebied is hoe mensen afzonderlijke geluiden en de geluidsomgeving in zijn totaliteit waarnemen en ervaren. Welke geluiden zijn prettig/storend, welke passen bij de omgeving of juist niet, welke geluiden worden gemist of juist niet? Hoe klinken de afzonderlijke geluiden ten opzichte van elkaar?

Geluidsbeleving is niet zozeer, of zeker niet alleen, het (al dan niet passief) beleven van geluid, het is eerder een ‘feedback loop’ tussen een ruimtelijke situatie en de gebruikers van de ruimte. Enerzijds maakt bepaald geluid bepaald gedrag mogelijk of stimuleert dit gedrag zelfs (vogelzang en andere ‘natuurgeluiden’ in een park geven ontspanning en zetten aan tot wandeling). Anderzijds creëren mensen een auditieve omgeving door het geluid dat ze zelf maken; ze brengen de ruimte tot leven (marktgeluiden scheppen een gezellige atmosfeer wat kopers aantrekt). De *inrichting* van de ruimte is hiervoor in sterke mate voorwaarden stellend. Daarom is het belangrijk om al in een vroeg stadium na te denken over hoe de ruimte zal (moeten) gaan klinken, en hoe dat (met ruimtelijke middelen) tot stand kan worden gebracht.

2.2.3 Geluid als sociaal-politieke component

Alledaagse stadsgeluiden bepalen of beïnvloeden ons doen en laten: nodigt een bepaalde geluidsomgeving uit tot verblijven, recreëren, sociale interactie of wil je er liever niet te lang zijn? Wie of wat domineert een plek auditief? Wie of wat bepaalt wat er ergens klinkt? En wie of wat wordt daarmee uitgesloten of minder goed gehoord?

De transitie van een havenbekken met alle bijbehorende industriële havenactiviteiten naar een nieuw stuk stad en een park op en rondom het water dat bedoeld is om intensief gebruikt te worden, doet automatisch de vraag rijzen: voor wie en van wie is dat park? Wordt het “eigendom” van de buurtbewoners? Van toeristen? Van de ondernemers rondom de Rijnhaven? Van jongeren,

gezinnen of oudere wandelaars? En betekent “een park voor iedereen” (zie pagina 75 van Masterplan Rijnhaven) ook dat er tegelijkertijd een veelheid aan activiteiten plaats moet vinden? Vanzelfsprekend gaat het niet om rigide keuzes en afbakeningen maar het beïnvloedt wel de wijze waarop de Rijnhaven zal gaan klinken. Het visuele en auditieve ontwerp van de Rijnhaven bepaalt in zekere zin ook de antwoorden op bovenstaande vragen.

2.2.4 Geluid en ecologie

De noodzakelijke ingrepen waar ook Rotterdam voor staat om klimaatdoelstellingen te halen, CO₂-uitstoot te verminderen, en hittestress of wateroverlast tegen te gaan, hebben ook invloed op de geluidsomgeving: meer groen (en blauw) en minder gemotoriseerd verkeer (en/of elektrisch rijden), asfalt en beton of andere niet-natuurlijke materialen beïnvloeden ook het klanklandschap. Ofwel: bepaalde aanbevelingen om de geluidskwaliteit van de Rijnhaven te verbeteren, hebben tevens een positief effect op de ecologie en biodiversiteit van dit gebied.

2.2.5 Ontwerpen aan geluid

Ruimtelijke ingrepen hebben per definitie een uitwerking op hoe een plek klinkt. Voor een goed geluidsontwerp in een stedelijke buitenruimte als de Rijnhaven kan het beste worden uitgegaan van de referentie van een horend persoon. Deze hoort gelijktijdig geluiden afkomstig van verschillende afstanden: (a) van dichtbij, dat wil zeggen, de ruimte waarin de persoon zelf kan klinken (bijvoorbeeld stemgeluid of voetstappen); (b) vanuit de directe omgeving (geluiden die bepaald worden door de omringende bebouwing); en (c) van verder weg (bijvoorbeeld een overkomend vliegtuig). Het gehoorde kan dus worden verdeeld in drie ruimtelijke schalen, een methodische constructie die behulpzaam kan zijn bij het integreren van geluidskwaliteit in ruimtelijk ontwerp. Hierbij kan opgemerkt worden dat geluiden vallend onder (c) binnen kunnen dringen in (b) en (a), terwijl het omgekeerde niet het geval is.

2.3 Het team

Bij de samenstelling van het onderzoeksteam is uitgegaan van een tamelijk heterogene groep waarbij elk afzonderlijk lid zijn eigen expertise kon inbrengen. Zodoende is dit rapport gebaseerd op sociaal-politieke, economische en culturele aspecten, esthetische overwegingen, geluidsmetingen, juridische raamwerken en reeds in beleid en (visueel) ontwerp vastgelegde kaders.

Het visuele en auditieve ontwerp van Rijnhaven bepaalt hoe en door wie het gebruikt zal worden

Het team bestond uit:

- Michiel Huijsman (onderzoeker, directielid Soundtrackcity)
- Rawan Serhan (architect en curator)
- Jan Potter (senior vakspecialist geluid DCMR)
- Marcel Cobussen (hoogleraar auditieve cultuur aan de Universiteit Leiden)
- Daniel Koster (adviseur milieu bij de Gemeente Rotterdam)
- Joëlle Güthschmidt (adviseur milieu bij Gemeente Rotterdam)

2.4 Aanpak van het onderzoek

Het Rijnhavenproject was in deze fase van de gebiedsontwikkeling het meest gebaat met een kortdurend en verkennend geluids(belevings)onderzoek, waarvan de resultaten eventueel de basis kunnen vormen voor een vervolgtraject. Daarom zijn er, vooralsnog, geen enquêtes, workshops of participatieve luisterwandelingen met bewoners georganiseerd.

Het team heeft een inventarisatie gemaakt van de huidige geluidssituatie van de Rijnhaven op basis van:

- Luisterwandelingen door Huijsman en Cobussen.
- Luisterwandeling en aansluitende analyse door Rawan Serhan, architect met een specialisatie in (stedelijke) akoestiek, en Cobussen.
- Audio opnames door Huijsman en Cobussen.
- Geluidsmetingen met een *Head Acoustics set-up* door Jan Potter op een aantal geselecteerde locaties (zie bijlage).





3 Hoe klinkt de Rijnhaven nu?

3.1. Huidige (positieve) eigenschappen van de klankruimte Rijnhaven

- De potentie van Rijnhaven wordt ten eerste gevormd door de ruimtelijkheid en een zekere mate van beslotenheid; beide werken zeker ook auditief.
- Een tweede belangrijk ingrediënt is het water in al zijn (klinkende) verschijningsvormen, afhankelijk van seizoen, dag, tijdstip en weersomstandigheden. De aantrekkingskracht van het water wordt nu nog niet volledig benut, omdat het op veel plaatsen nog niet benaderbaar is.
- Een derde *ear catcher* is de verhoogde baan van de metro ter hoogte van Metrostation Rijnhaven die met een zekere regelmaat in trilling wordt gebracht wat zorgt voor een ritmische ervaring. Het geluid is zeer diep en bespeelt het hele havenbekken; het is een *soundmark*.

3.2 Bouwgeluid

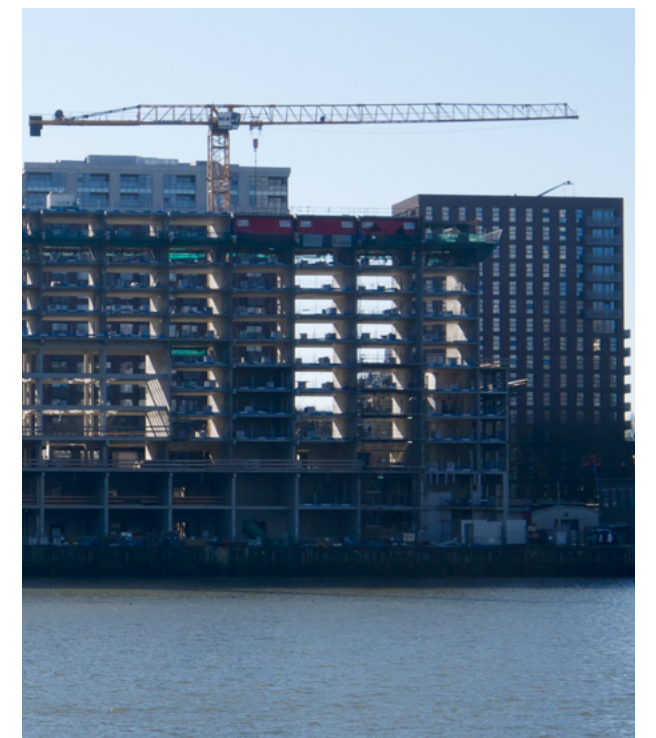
In deel 4 maken we een prognose van de klankeigenschappen van de toekomstige situatie, na voltooiing van het Rijnhaven project. Voordat het zover is zal er nog veel werk moeten verzet en dat zal gepaard gaan met bouwgeluid. Sterker nog, in een stad als Rotterdam die voortdurend in ontwikkeling is, is bouwgeluid geen afzienbaar incident, maar een constante. Bouwgeluiden zijn onderdeel van de stad en zouden als zodanig ook meegenomen moeten worden in stedelijk beleid. Dat kan op twee manieren:

- Het voorkomen van overlast ten gevolge van bouwgeluiden. Daarbij komt het moderatorenconcept van pas: maak bouwgeluid voor omwonenden zoveel mogelijk voorspelbaar, controleerbaar en herkenbaar als nuttig; zorg voor een toegankelijk aanspreekpunt; communiceer duidelijk over de noodzaak; bescherm mensen die extra gevoelig zijn voor geluid of afhankelijk zijn van geluid bij hun oriëntering, zoals blinden en slechtzienden.
- Om te bevorderen dat bouwgeluiden als integraal onderdeel van de stad worden waargenomen (en niet louter als overlast), is het aan te bevelen ze ook anders ervaarbaar te maken. Bouwgeluid kan ook worden opgevat als iets moois, iets dat bij

Rotterdam hoort. Te denken valt bijvoorbeeld aan het organiseren van een reeks openluchtconcerten waarin musici samenwerken met bouwvakkers en de Rijnhaven bespelen met de aanwezige bouwmachines: bouwgeluid als muziek! Verwacht kan worden dat Rotterdammers ook na afloop van het concert de muzikaliteit van bouwgeluid zullen ervaren en er positiever tegenover staan. Een bijkomend voordeel is dat het draagvlak voor het project wordt vergroot.

3.3 Eenvormige klankruimte

De Rijnhaven klinkt nu overal min of meer hetzelfde. Tijdens de luisterwandelingen van Huijsman, Cobussen en Serhan is weinig differentiatie in de soundscape geconstateerd. Ook resultaten van het onderzoek door DCMR (zie bijlage) geven aan dat er geen grote verschillen zijn in de geluidskwaliteit tussen de 5 gekozen meetpunten. Een meer gedifferentieerde geluidsruimte is wenselijk om te zorgen voor een meer aangename geluidsbeleving.



4 Prognose van de toekomstige geluidsbeleving van de Rijnhaven

De Rijnhaven wordt voor een derde gedempt om plaats te maken voor een nieuw stuk stad en een park. Deze demping zal zeker een uitwerking hebben op hoe de haven klinkt. Wat kunnen we nu al zeggen over hoe de haven gaat klinken in de toekomstige situatie? Dit onderzoek legt de focus op drie clusters van plekken:

- de drijvende parken (vlonders, groen op pontons, rietgorzen, stalen toegangsbruggen, etc.);
- het vaste park aan de oostzijde met onder meer Luxorplein, strand, Cherry Bowl, Metroplein en vallei, en 'Rocky Outcrop';
- het havenbekken zelf (waarin inbegrepen Floating Office)

Daarnaast besteden we nog aandacht aan een 'rondje Rijnhaven', dat wil zeggen, niet zozeer een specifieke plek maar het gehele traject.

4.1 De drijvende parken

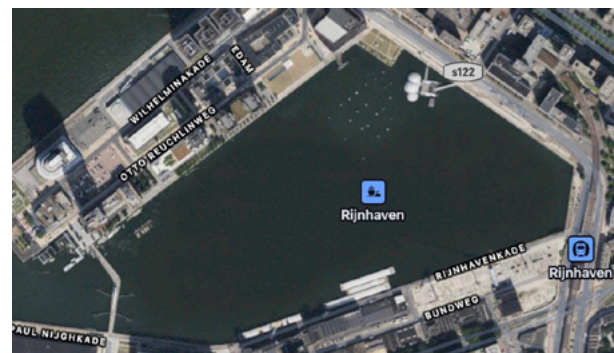
We hebben het proefponton dat nu ligt afgemeerd tussen Putaine en de Antoine Platekade meermaals bezocht en beluisterd. De harde gladde materialisatie van het loopvlak is auditief niet gunstig (kaatsing). Verzachting en meer variatie in bodembedekking op de pontons is aan te bevelen. Het ponton wordt deels nog ingericht met een vlonderhouten bedekking, wat naar verwachting meer afwisseling zal geven wat betreft de loopgeluiden.



4.2 Het vaste park

4.2.1 Ontwerp

Het oeverparkontwerp heeft het in zich om een goed verblijfsklimaat te gaan bieden. Het is niet eenvormig, maar samengesteld uit plekken met verschillende sferen. De plekken bevinden zich echter dicht bij elkaar waardoor ze ook op elkaar zullen inwerken en er toch een betrekkelijk eenvormige auditieve ruimte ontstaat. Om ervoor te zorgen dat relatief rustige ruimtes niet doordrongen worden door geluiden van ruimtes met meer reuring, kan gekeken worden naar mogelijkheden om de ruimtes van elkaar af te scheiden en *overspill* van geluid zo veel mogelijk te voorkomen of te maskeren. Dat kan zowel met fysieke middelen als door sturing van het gebruik. Beide mogelijkheden worden voor een aantal deelgebieden van het park uitgewerkt in deel 5. Aandachtspunt is ook het 'weglekken' van geluid uit het park (het strand vooral) naar het havenbekken: geluid draagt ver over water en de ruimtelijke structuur van het havenbekken (de taps toelopende trechtervorm (zie afbeelding) in combinatie met de gevels van de aanliggende bebouwing) zorgt ervoor dat geluid van oost naar west enigszins wordt versterkt.



4.2.2 Vallei en strand

De geleidelijk aflopende open ruimte van de vallei en het strand in de noordoosthoek vormen samen de verbinding tussen metrostation Rijnhaven en het havenbekken. Deze verbinding is auditief interessant: het metrogeluid dringt als een soundmark (zie 3.1) door in het havenbekken. We verwachten dat de ritmiek van het metrogeluid in het havenbekken veel kortstondiger

zal zijn dan in de huidige situatie doordat de nieuwe te realiseren bouwblokken hier voor een veel kleinere opening zorgen tussen de Rijnhaven en de verhoogde metrobaan.

4.3 Het havenbekken

Uit de metingen van DCMR blijkt dat door de voertuigpassages op de Posthumalaan de geluidkwaliteit op de drie meetpunten langs de noordoostzijde van de Rijnhaven nu nog negatief wordt beoordeeld. Dat zal in de toekomstige situatie fundamenteel veranderen: door de afscherming van de drie nieuwe bouwblokken tussen de Posthumalaan en het vaste oeverpark zal het verkeersgeluid minder dominant worden. Andere, meer subtiele geluiden, die nu nog verborgen blijven, kunnen daarmee hoorbaar worden en positief bijdragen aan de identiteit van de plek.

4.4 Rondje Rijnhaven

Nu er zekerheid is over de verhuizing van Codrico uit het gebied wordt het 'rondje Rijnhaven' mogelijk. Er zijn meerdere 'rondjes' voorzien, die zowel uitnodigen tot wandelen als tot hardlopen. Hardlopers zullen zich waarschijnlijk meer bekommeren om hun tijdschema dan om hun auditieve omgeving. Wandelaars daarentegen staan over het algemeen meer open voor hun omgeving. Het is belangrijk om hen ook auditief een interessante en afwisselende route te bieden. Aanbevelingen om dit te realiseren komen aan bod in deel 5.



4.5 Invloed mobiliteitstransitie

Als de trend zich doorzet en als Rotterdam werk maakt van een 30km zone in het stadscentrum zal het verkeersgeluid afnemen. Dat zal zeker een gunstige invloed hebben op Rijnhaven, in het bijzonder op de Posthumalaan. Wat nu nog voornamelijk fungeert als een doorgangsroute, kan dan ook als verblijfsplek gaan werken.





5 Concrete aanbevelingen

5.1 Integreer geluidsbeleving in het ontwerp

Visuele, tactiele maar zeker ook auditieve ingrepen in openbare ruimtes bepalen in hoge mate hoe zo'n ruimte gebruikt en ervaren wordt. Binnen het kader van de bijdrage die de Rijnhaven moet leveren aan het oplossen van de disbalans tussen reuring en rust zijn onderstaande aanbevelingen bedoeld om te komen tot een gebruik van het park waarbij het aantal prikkels beperkt blijft en waar het (daarom) aangenaam vertoeven is. Schep de juiste voorwaarden voor het ontstaan van aangename geluiden (bijvoorbeeld beplanting > vogels > vogelzang), en kijk naar factoren die sociale interactie mogelijk maken. Zo stuurt de materialisatie van de bodem (glad asfalt / klinkers / gravel / kasseien / anders) iemands akoestische en tactiele beleving en daarmee het gebruik van een plek.

5.2 Versterk verschillen

Topografisch kleine verschillen zijn de kracht van het vaste parkontwerp; er ontstaan gedifferentieerde ruimtes op een relatief klein oppervlak. De verschillen kunnen worden versterkt zodat de verblijfsplekken ook auditief interessant worden. Met name de akoestische afscherming ten opzichte van de 'Esplanade' met cafés en terrassen in de plint is een belangrijk aandachtspunt.

5.3 Voeg geluiden toe

Het klinkt als een paradox: je wilt rust en dat kan bewerkstelligd worden door het toevoegen van geluid, met name om ongewenste geluiden te camoufleren of om een meer polyfone geluidsomgeving te creëren. Zacht knerpend geluid van voetstappen op halfverharding, horizontaal stromend water, het zeer subtiel toevoegen van artificiële geluiden, en/of het zorgvuldig uitkiezen van beplanting zijn slechts een paar voorbeelden waarbij extra geluid een positief effect heeft op het welbevinden van mensen. Rust brengen door middel van geluid, daarover gaan deze aanbevelingen ook.

5.4 Vergroen de gevels

De ruimte van de Rijnhaven is groots en overweldigend. Die ruimtelijkheid is zowel kracht als kwetsbaarheid. De Rijnhaven is een echokamer. Luide geluiden kaatsen gemakkelijk een paar keer heen en weer. Als het gaat om betrekkelijk incidentele geluidsimpulsen is dat niet zo'n probleem; het kan zelfs mooi worden gevonden. Problematisch wordt het wanneer de hoeveelheid geluid toeneemt; de geluidssituatie wordt dan snel chaotisch en onaangenaam. Toekomstige vlakke gevelwanden zullen dit echo-effect alleen maar versterken. Om dit effect te verzachten is radicale gevelvergroening van tenminste een van de zijden die het havenbekken omsluiten een kansrijke oplossing.

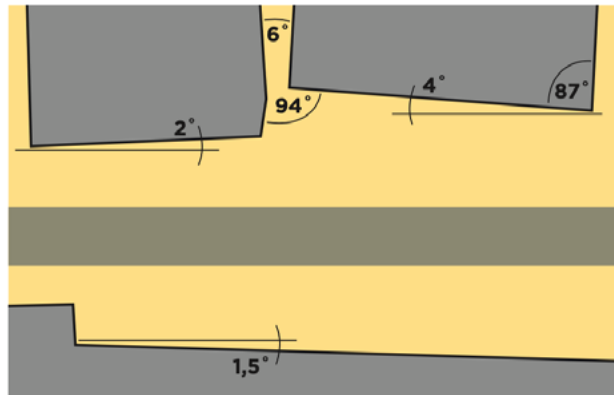


Groene gevel MFO Park in Zürich

5.5 Voorkom evenwijdige gevelvlakken

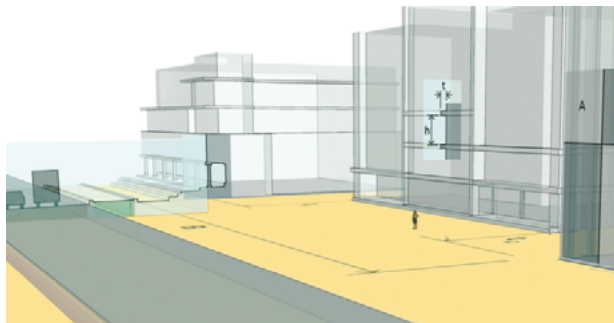
Vanuit het auditieve gedachte is het goed om nieuwe (bouw)volumes die evenwijdig staan aan bestaande gevelwanden te vermijden. Het drijvend ponton met de *Floating Office* en restaurant *Putaine* ligt nu evenwijdig aan de Antoine Platekade waardoor er tussen die twee kaatsing ontstaat. Bij een continu geluid (veroorzaakt door de aanwezige luchtbehandelingsinstallaties, beluchtingsopeningen van de parkeerkelders of stationair draaiende vrachtauto's van leveranciers, etc.) ontstaat hier een *staande golf* die een onaangename geluidservaring geeft. Een gemakkelijke oplossing voorhanden. Verleg het ponton zodanig dat het onder een hoek van 2 tot 4 graden ligt ten opzichte van de kade. Optisch nauwelijks een waarneembaar verschil maar akoestisch van grote positieve betekenis.

Het principe van onder een kleine hoek plaatsen van tegenoverliggende gevelwanden is niet alleen gunstig in het havenbekken maar verdient zeker ook toepassing bij straten en wegen met druk verkeer zoals de Posthumalaan.¹



5.6 Introduceer geveldetailering

Geveldetailering kan worden ingezet om de weerklink van de buitenruimte te 'stemmen' en verhoogt daarmee de verblijfskwaliteit. Type en de afwerking van de materialen, alsmede de dimensionering, vlakverdeling en de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende materialen hebben invloed op de akoestische eigenschappen van de buitenruimte en kunnen dus voor ontwerpdoeleinden worden ingezet.² De TU Delft experimenteert op dit moment met geveldetailering in de vorm van buisjes uit een 3D printer die een gunstige uitwerking hebben op de akoestiek.



¹ Zie voor gedetailleerde aanbevelingen, Inès Neuhaus en Fabian Neuhaus (2016), *Akustisch gute Architektur für Strassenräume, Ein Leitfaden für architektonische und städtebauliche Lösungen, die Verkehrslärm reduzieren und mehr Aufenthaltsqualität schaffen*. Afwijkingen vanaf ongeveer 10 graden kunnen overigens leiden tot nadelige effecten (ongewenste geluidsuitstraling, brandpuntvorming) en verzwakken daarmee de helderheid van een akoestische ruimte.

² Do's & don'ts zijn onder meer te vinden in Neuhaus en Neuhaus, 2016 (zie voetnoot 1).

5.7 Introduceer ronde vormen

In een ruimte met hoofdzakelijk rechthoekige elementen (wat een binnenstedelijk gebied bijna per definitie is) kan de introductie van ronde of cilindrische vormen losstaand in de ruimte een positieve invloed hebben op het geluid. Ze stemmen de ruimte en bevorderen de akoestische oriëntering.³ Te denken valt hier aan de stammen van bomen met een zekere omvang of kleine tot middelgrote objecten zoals plantenbakken, kiosken of elektriciteitsgebouwtjes. Bouw ze rond, niet rechthoekig.

Wat betreft bomen, deze bereiken vaak pas jaren na planting een zodanige omvang dat ze effect hebben, maar hebben als voordeel dat hun onregelmatig gestructureerde schorsoppervlak een positieve bijdrage levert aan de geluidsbeleving (vooral werkzaam op korte afstand tot de stam). Daarnaast kunnen bomen een bijdrage leveren aan het verminderen van verkeersgeluid.⁴

5.8 Varieer bodembedekking en textuur

Breng waar mogelijk textuur aan op de grond en bied verschillende bodemruwheden en bodembedekkingen aan. Breng daarnaast variatie aan in weidebeheer: wijs zones aan voor kort gemaaid gras en zones voor weideachtig gras. De laatste zones worden slechts een tot maximaal twee keer per jaar gemaaid (scheelt ook in beheer). Harde, vlakke bodembedekking zoals asfalt en beton zorgen voor een minder aangename geluidsbeleving en zouden daarom zoveel mogelijk vermeden moeten worden. Plaatselijk toevoegen van wat grotere onregelmatige objecten of structuren (zoals de grote rotsblokken in het oeverpark ter plaatse van 'Rip Rap Edge' en 'Rocky Beach') kan ook de veelzijdigheid van de geluidsomgeving ten goede komen.

³ Dit is ook sterk van belang voor de inclusiviteit en toegankelijkheid van de ruimte. Blinden en slechtzienden zijn nog veel meer dan mensen zonder beperking aangewezen op akoestische oriëntatie.

⁴ De invoering van boomgordels (meerdere rijen bomen) kan verkeersgeluid verminderen tot 6 dB(A) op een afstand van 50 m voor een 15 m diepe boomgordel; tot 10 dB(A) voor een 30 m diepe gordel.

Aanbevelingen per deelgebied

5.9 Pontons

Zoals al aangegeven in 4.1 is verzachting en meer variatie in bodembedekking op de pontons aan te bevelen. De pontons zullen naast de gladde stenen verharding deels worden ingericht met een vlinderhouten bedekking, wat naar verwachting een verbetering zal zijn en tot meer afwisseling in loopgeluiden zal leiden. We bevelen aan ook een proef te doen met zachte ondergronden zoals zand, schelpen, houtsnippers, gravel of halfverharding. Zachtere ondergronden zullen tenminste een auditief prettigere loopervaring opleveren en daardoor het verblijfsklimaat verbeteren.

De beplanting op de pontons kan ook een belangrijke functie vervullen in het creëren van een goed geluidsklimaat, zowel ter plaatse als voor de hele Rijnhaven. Daarvoor is het nodig bij de keuze van de beplanting hun akoestische werking mee te wegen. Beplanting op de pontons kan meehelpen (naast gevelvergroening) de nu bestaande harde kaatsing in het havenbekken te verzachten - het zorgt bijvoorbeeld voor geluidsmaskingering door hun eigen bladgeritsel; dichtheid (afscherming), bladvorm en bladgrootte bepalen het bewegingsgeluid in de wind. Daarnaast bepaalt de aard van de beplanting welke vogels te horen zijn (voedselaanbod; schuil- en nestgelegenheid).

Om de geluidsomgeving op de drijvende parken te variëren, kunnen op bepaalde plaatsen geluidsschermen worden aangebracht om stillere zones te creëren. Deze schermen bestaan bij voorkeur uit natuurlijke materialen: ecologisch verantwoord en een goede aansluiting bij de beplanting en inrichting van het park.



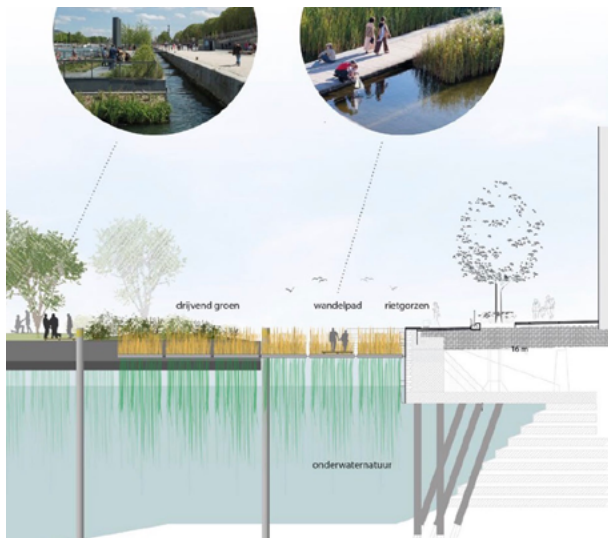
Rietzanger

5.10 Drijvend groen, rietgorzen

Stel je voor, Rietzangers in de Rijnhaven! Het geluid van riet is niet steeds hetzelfde; het is dynamisch en maakt het weer hoorbaar. Bij een licht briesje is het geluid van de elkaar rakende stengels anders dan bij een straffe wind. Rietgeluid wordt als aangenaam ervaren en kan onaangename geluiden maskeren.



Maak een plan voor waar rietbeplanting is gewenst en waar juist niet. Door rietgorzen aan te brengen, creëer je diversiteit in geluidsbeleving (zie ook het 'rondje Rijnhaven'). Rietgorzen zijn onderhoudsarm en vormen bovendien een substraat voor ontkieming van drijvende zaden van allerlei wilde planten. Daardoor kan een geheel nieuw biotoop ontstaan met alle auditieve verrassingen van dien (vogels en insecten).



Deelgebieden van het vaste park

Het ontwerp van het vaste park voorziet in een verzameling plekken met verschillende gebruiksprofielen. Zo bieden het Luxorplein en het strand voorwaarden voor een meer actief gebruik, terwijl de Cherry Bowl is ontworpen voor meer rustige ontspanning.

Gezien de betrekkelijk geringe afstanden tussen deze plekken zal er onvermijdelijk auditieve 'overspill' optreden van de meer rumoerige plekken naar plekken bestemd voor rustig gebruik. 'Overspill' hoeft niet problematisch te zijn als de plekken auditief zo verschillend mogelijk ontworpen worden. Een open bodem en specifieke beplanting kunnen zorgen voor auditieve filtering en tegelijk zorgen voor visuele afscheiding.



Open bodembedekking

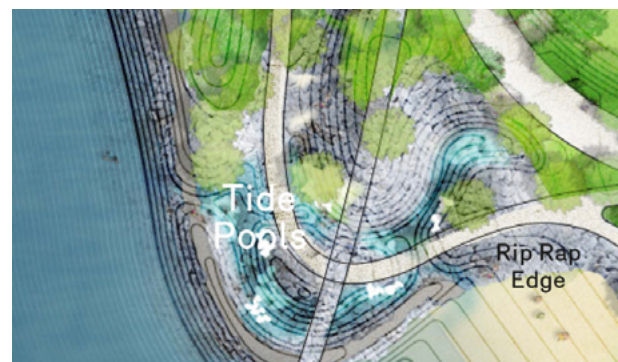
Ook bodemreliëf kan worden ingezet om de plekken meer van elkaar te laten verschillen. Reliëf kaatst geluiden anders weg dan een vlakke bodem en kan een 'geluidsschaduw' creëren op plekken voor rustig gebruik.

5.11 Het Luxor plein

De zorg dat verkeersgeluid van de Posthumalaan hier een negatieve invloed zal hebben op het verblijfsklimaat kan worden gerelativeerd. De gevelposities zijn zodanig dat geluid van de Posthumalaan wordt afgeschermd. Het geluid dat hier alsnog binnendringt wordt door de vanaf de Posthumalaan zich verwijdende trechtervorm van de ruimte verspreid over een groter volume en neemt daardoor in kracht af. Het aflopende terrein zorgt er tevens voor dat de verkeersgeluiden over de hoofden van de parkbezoekers heen gaan. Door een open bodembedekking te kiezen kan deze plek auditief nog aantrekkelijker gemaakt worden en zich maximaal onderscheiden van de Posthumalaan.

5.12 Getijdypoelen en Waterspel

De dynamiek van het water kan vooral ervaren worden wanneer het over verschillende materialen wordt geleid. De getijdypoelen en het waterspel bieden uitgelezen mogelijkheden om watergeluid vorm te geven.



5.13 De Cherry Bowl

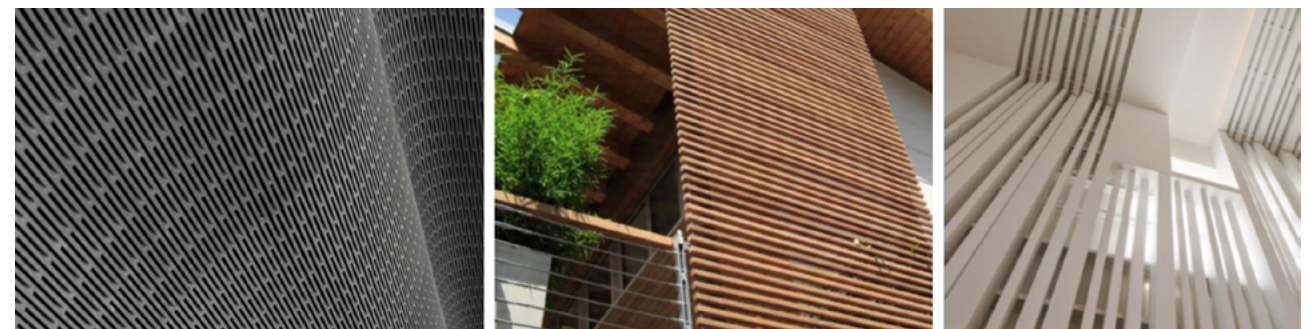
De cirkel- en komvormige kleine weide ligt enigszins verdiept en grenst aan de waterzijde aan een klif (Bluff). Hoogteverschillen zorgen hier voor een besloten intieme klankruimte. Deze intimiteit kan nog worden versterkt door rondom voor beplanting te kiezen waarvan de groeivorm en het bladerdek zorgen voor afscherming en maskering.



Cherry Bowl

5.14 Rondje Rijnhaven

Een interessant 'rondje Rijnhaven' is een afwisselend 'rondje Rijnhaven'. Er is een route over de bestaande kades voorzien, een route dicht bij het water over de drijvende parkdelen, en verschillende combinaties hiervan. Hoe wordt het afwisselender? Maak een *choreofonie*⁵ voor de route, en bedenk wat de wandelaar onderweg zal horen. Werk daarbij met verschillende ondergronden waarop gelopen wordt: klinkers, (stalen) bruggen, houten vlonders, schelpen/zand/houtsnippers, etc.



verstrooiingspatronen in houtpanelen

⁵ Het begrip "choreofonie" heeft voornamelijk betrekking op de aanleg van akoestisch aantrekkelijke wandelroutes: "Im Hörballet der Choreofonie [...] sind nicht nur verschiedenste Orte der Stadt akustisch miteinander verworben, auch Sie tanzen auf dem Parkett allen Tages- und Nachtzeiten" (Bosshard 2009).

Creëer rietgorzen op een paar selecte locaties en met een betrekkelijk groot volume, zodat wilde stadsnatuur met bijbehorend geluid echt zichtbaar en hoorbaar is. Tenslotte is een auditieve kunstroute een goede mogelijkheid: breng op 4 of 5 plekken tijdens het rondje Rijnhaven een geluidskunstwerk aan: op een plek kun je onderwatergeluiden beluisteren, op een andere plek is een soort orakel te horen, en een *sound bench* brengt je even naar een andere geluidsomgeving.

5.15 De Esplanada

Geluid breidt zich evenwijdig aan het maaiveld anders uit dan loodrecht op het maaiveld. Dat laatste gaat vrijwel onbelemmerd. Geluiden van terrassen en bezoekers aan het park bij de 'Esplanada' kunnen daardoor gemakkelijk doordringen tot hoger gelegen woningen. Het integreren van organische, absorberende materialen in de gevels en het aanbrengen van verstrooiingspatronen⁶ in bijvoorbeeld houtpanelen (zie afbeelding) kan helpen om stillere balkons, terrassen en binnenplaatsen te creëren.

De keuze voor bodembedekking met een zekere ruwheid voor de Esplanada zal ook zeker bijdragen aan de vermindering van geluid van de terrassen naar hoger gelegen woningen. Een gladde bodembedekking zou hier het beste vermeden kunnen worden.

⁶ Verstrooiingspatronen kunnen zo worden gedimensioneerd dat ze afgestemd zijn op het frequentiebereik van het geluid dat verzacht moet worden.

5.16 Vergroening op de drie bouwblokken

De drie samengestelde bouwblokken tussen de Posthumalaan en het oeverpark bieden gelegenheid tot gevelvergroening; dit heeft een positieve invloed op de geluidsbeleving. Neem daarom ook van meet af aan voorwaarden op ten aanzien van de gewenste geluidsbeleving in de binnenterreinen, waarvan nu nog niet duidelijk is of deze privé of (semi-)openbaar zullen zijn. Er zijn veel studies beschikbaar over hoe in omsloten binnenterreinen door vergroening, geveldetailering en specifieke inrichting een aangenaam auditief verblijfsklimaat kan worden gerealiseerd.⁷ Groene daken met een semi-extensieve installatie (10 cm dik substraat) kunnen het geluidsniveau verminderen op de binnenplaats en over de gehele hoogte van de gevel. De geluidsvermindering kan oplopen tot 2,5 dB(A) voor platte daken en 8 dB(A) voor schuine daken.

5.17 Posthumalaan

Als op de Posthumalaan de verkeersintensiteit gelijk blijft of toeneemt, en er geen snelheidsbeperking wordt ingevoerd, kan worden overwogen om plaatselijk gebieden af te schermen van het geluid. Daarbij zijn innovatieve barrières (max 100cm hoogte), vegetatie of een combinatie van beide te overwegen.⁸

5.18 het Strand

De zorg bestaat dat intensief gebruik van het strand kan leiden tot geluidsoverlast bij bewoners in appartementen aan de Rijnhaven. Geluid draagt ver over water. Dit gegeven valt moeilijk tegen te gaan zonder het open karakter van het strand geweld aan te doen. Constructieve ingrepen (afscherming) tasten het open karakter van het strand aan. De oplossing zal hier eerder gezocht moeten worden in regulering van gebruik (te denken valt aan venstertijden, toezicht, maximalisering van gebruik, etcetera).

⁷ Zie bijvoorbeeld: Sturm, Bürgin, en Schubert (2019): Stadtklang. Wege zu einer hörenswerten Stadt, Band 2: Klangraumgestaltung von Aussenräumen.

⁸ Woningen en publieke ruimtes in de beschutting van de barrière kunnen rekenen op een geluidsreductie van 3 tot 12 dB(A) voor een stadsstraat en 9 tot 15 dB(A) voor een tramlijn op een afstand van 2 tot 50 m.

Procesmatige aanbevelingen

5.19 Ontwerpexpertise geveldetailering

Hoe specifieke geveldetailering kan bijdragen aan akoestische verblijfskwaliteit vraagt om meer of andere ontwerpexpertise.

5.20 Ontwerpexpertise groene gevels

Betrek ontwerpexpertise op het gebied van groene gevels en hoe deze kunnen bijdragen aan de akoestische verblijfskwaliteit.

5.21 Positionering van bouwvolumes

Het stratenpatroon⁹, de positionering en de proportionering van bouwvolumes hebben grote invloed op de auditieve ruimte. Het verdient daarom aanbeveling hiermee rekening te houden bij het ontwerp. Met name de twee pleinruimtes in het verlengde van de Veemstraat en de Lichtushof zijn plekken die extra aandacht verdienen. Geluid afkomstig van de drukke Posthumalaan zal hier naar verwachting het verblijfsklimaat negatief beïnvloeden als er geen bouwkundige maatregelen worden genomen.

5.22 Onderwaterleven hoorbaar maken

In het masterplan is sprake van het toevoegen van groen met een hoge ecologische waarde waarbij de focus ligt op het versterken van de onderwaternatuur. Deze natuur is vrijwel onzichtbaar en daardoor nauwelijks ervaarbaar. Met behulp van hydrofoons kan onderwaternatuur hoorbaar worden gemaakt waardoor de Rijnhaven een extra sensorische dimensie krijgt. Plan kunstzinnige toevoegingen/ingrepen om het onderwaterleven hoorbaar maken. Een hele nieuwe wereld¹⁰ wordt zo ontsloten.

⁹ Soundscape onderzoek door Kang (2007) heeft aangetoond dat verschillende straatpatronen invloed hebben op de demping van breedbandig verkeersgeluid. Zie ook Neuhaus en Neuhaus 2016 (p.8 e.v.).

¹⁰ Onder water is natuurlijk nog veel meer te horen dan alleen natuur; denk ook aan passerende scheepvaart en bovengrondse activiteiten die onder water doorklinken.

6 Conclusies

Een goede uitgangspositie

De huidige opzet van de plannen voor de Rijnhaven zullen naar verwachting al een verbetering van de geluidskwaliteit en de geluidsbeleving opleveren. Immers, terwijl de huidige geluidsruimte tamelijk eenvormig is, zal de Rijnhaven in de toekomst bestaan uit meer verschillende geluidsruimtes met elk een eigen profiel waardoor een gedifferentieerde geluidsbeleving mogelijk wordt. Dat verhoogt de verblijfskwaliteit en zorgt daarnaast voor een betere oriëntatie¹¹.

Laaghangend fruit

Zoals ook uit dit rapport blijkt, zijn er een aantal betrekkelijk eenvoudig te realiseren ingrepen die de geluidsbeleving nog aanmerkelijk kunnen verbeteren. Het zou zonde zijn dit zogenaamde 'laaghangende fruit' niet te plukken.

Voorbeeldstellend

Een aantal voorgestelde ingrepen kunnen de beleving van de Rijnhaven naar een hoger niveau tillen. Deze ingrepen vergen innovatiekracht, tijd, aandacht en energie, en zijn alleen kansrijk als ze in samenhang met meerdere disciplines en stakeholders (architecten, ontwikkelaars, landschapontwerpers) worden uitgevoerd. Denk hierbij bijvoorbeeld aan gevelvergroening (zie 5.4 en 5.16), drijvend groen en rietgorzen (zie 5.10), en het 'rondje Rijnhaven' (zie 5.14). Om dit te realiseren is de aanwezigheid gewenst van iemand in het projectteam met de juiste expertise aangaande geluid en geluidsbeleving, iemand die tijdens het gehele traject van planning en uitvoering de verantwoordelijkheid heeft voor de geluidskwaliteit en zorgt dat die wordt geborgd - een geluidsarchitect! Als deze ingrepen slagen kan dat Rijnhaven tot een nationaal en internationaal voorbeeldstellend project maken op het gebied van auditieve inrichting en geluidsbeleving.

¹¹ Een goede oriëntatie is natuurlijk essentieel voor mensen met een beperking (blinden, slechtzienden) maar ook mensen zonder een beperking profiteren hiervan.

Geluid is geen probleem, het biedt mogelijkheden

In *Everyday Aesthetics* schrijft de Japans-Amerikaanse Yuriko Saito onder andere het volgende: “Als de zorg voor het ontwerpen van een geluidsomgeving ontbreekt, dan betekent dat dat ook de aandacht en zorg voor mensen die in die omgeving leven en werken ontbreekt.” Daarmee is een goed auditief ontwerp voor de Rijnhaven ook een morele zaak geworden: een gemeente dient goed te zorgen voor haar inwoners - ook voor hun oren!

Aandacht voor geluidsbeleving

De Gemeente Rotterdam zet vol in op duurzaamheid, vergroening en een aangenaam woon- en leefklimaat. Binnen deze doelstellingen valt ook een toenemende aandacht voor de invloed van geluid op de leefomgeving. Meer en meer komt naast het meten van geluid de aandacht voor de geluidsbeleving van Rotterdammers centraal te staan. Dit rapport sluit daarop aan: het bevat een reeks aanbevelingen om de toekomstige Rijnhaven zo te laten klinken dat stad, natuur en kunst naast elkaar kunnen bestaan.



Rapport
Ruimte in de Rijnhaven, een onderzoek naar de geluidsbeleving

Bijlage 1. Meting Soundscape DCMR

Geluidbeleving Rijnhaven

Meting Soundscape

Kwaliteitstoets	<i>Paraaf</i>	Autorisatie	<i>Paraaf</i>
Naam	Gijs Lutje Schiphof	Naam	Marcel Koeleman
		Functie	Unitmanager

Auteur(s)	: Jan Potter
Afdeling	: RNAADVS
Documentnummer	: 22333925
Datum	: 4 april 2022

DCMR Milieudienst Rijnmond
Parallelweg 1
Postbus 843
3100 AV Schiedam
T 010 - 246 80 00
F 010 - 246 82 83
E info@dcmr.nl
W www.dcmr.nl

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Meetmethode	4
1.4	Parameters	7
1.5	Resultaten	8
1.6	Conclusie	9
Bijlage 1:	Tijdverloop parameters	10
	Meetpunt 1 (Bij Groene keet)	10
	Meetpunt 2: Kade langs Posthumalaan	11
	Meetpunt 3: Rijnhavenkade	12
	Meetpunt 4: Lantaarn Venster	13
	Meetpunt 5: Op het drijvend park	14

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Rotterdam gaat een nieuw stuk stadscentrum realiseren langs en in de Rijnhaven. De nieuwe- en al aanwezige hoogbouw grenst straks aan een stadspark dat een groot deel van het huidige havenbekken inneemt.

In de Rijnhaven wordt een-derde deel van het water gedempt om plaats te maken voor meer groen in de vorm van een grotendeels drijvend park van 18 hectare. Het karakter van een haven blijft aanwezig en zichtbaar door de kades en de vergezichten over het water. Er komen drijvende parkdelen en verbindingen met steigers waardoor meer gebruik kan worden gemaakt van het water. Ook wordt een stadsstrand aangelegd. Door vergroening van de kades ontstaat een onafgebroken wandelpad rond de Rijnhaven. In figuur 1 is een impressie van het nieuwe park opgenomen.



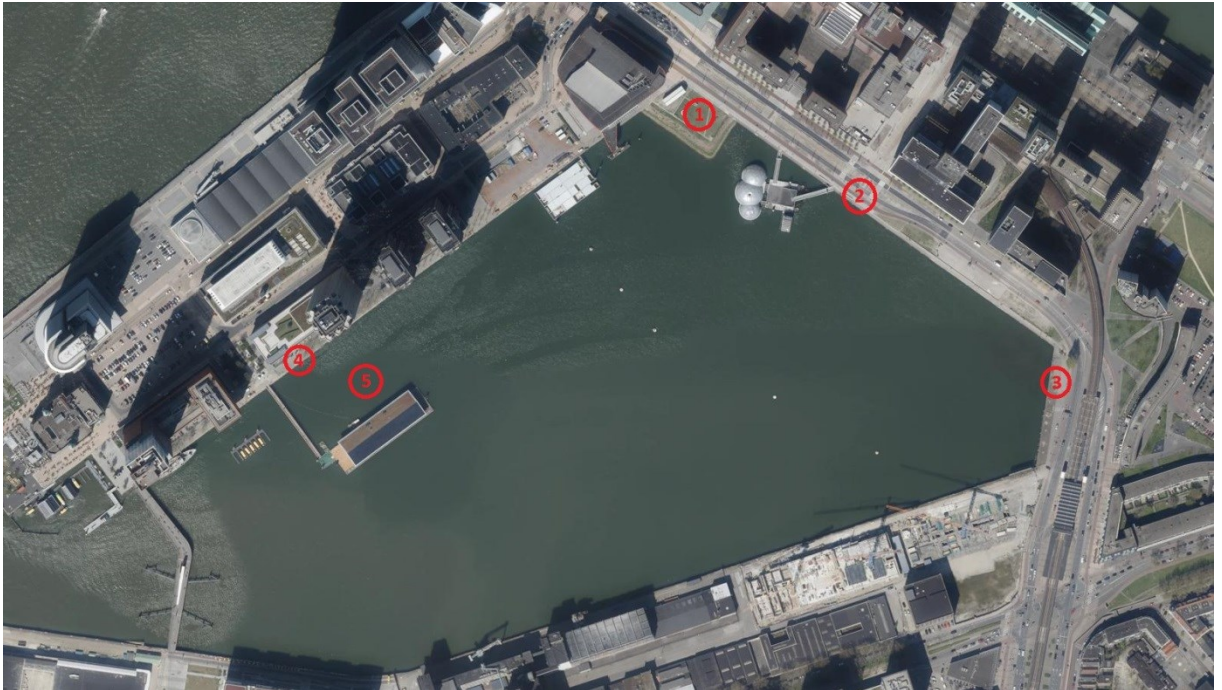
Figuur 1: Toekomst schets Rijnhavenpark met op de achtergrond een deel van de nieuwbouw langs de Posthumalaan

Om na te gaan hoe de gebruikers en omwonenden van het de Rijnhaven het geluid op dit moment waarderen zijn een aantal geluidbelevingsonderzoeken uitgevoerd. In deze notitie worden de resultaten van de soundscape geluidmetingen conform de Nederlandse voornorm NVN-ISO/TS 12913-2(en) gepresenteerd.

1.2 Meetmethode

In het gebied zijn met een Head-Acoustics hoofd-schouder simulator binaurale geluidopnames gemaakt van het soundscape. Op vier posities langs de haven en één positie ter plaatse van het drijvende park zijn deze opnamen gemaakt conform de Nederlandse voornorm NVN-

ISO/TS 12913-2(en) Akoestiek -Akoestische omgeving - Deel 2: Dataverzameling en eisen aan rapportage (ISO/TS 12913-2:2018,IDT). De meetposities zijn weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2: Luchtfoto Rijnhaven met meetpunten rood omcirkeld

De meetposities zijn:

1. Ergens op het grasveld naast de 'Groene Keet'
2. Aan de kade, Posthumalaan
3. Tussen fietspad en waterkant bij Rijnhavenkade
4. Tegenover Lantaren Venster
5. Op het ponton middenin de haven

Deze metingen zijn bedoeld om de nul-situatie, voorafgaande aan de transformatie van de haven, vast te leggen. Na de aanleg van de woningen en het park en de vergroening kan de verbetering of verandering van het akoestisch klimaat door middel van nieuwe metingen wordt vastgesteld.

De opnamen voor en na de transformatie kunnen worden gebruikt in luistertesten. De situatie voor- en na transformatie kan dan door middel van vergelijking worden geëvalueerd.

In Figuur 3 is een foto van de meetopstelling opgenomen.



Figuur 3: Meetopstelling op meetpunt 3 langs de kade ter hoogte van het metrostation Rijnhaven (zuidoostzijde)

De metingen zijn uitgevoerd op maandag 14 maart 2022.

1.3 Meteo-omstandigheden

Tijdens de geluidmetingen was er geen sprake van regen, mist of sneeuw. De wind was zwak tot matig (ca. 4 m/s) uit zuidwestelijke richting.

De weeromstandigheden tijdens de meting waren als volgt (bron: KNMI):

- Temperatuur: circa 9°C;
- Luchtvochtigheid: circa 80%;
- Bewolkingsgraad 7/8.

1.4 Omstandigheden omgeving

In de middag was de Erasmusbrug een tijdje gestemd. Ten tijde van de metingen was er voor het verkeer op de Posthumalaan geen verschil merkbaar met de metingen in de ochtend. Hetzelfde geldt voor het zandschip dat in de middag in de haven aanwezig was voor de officiële start van de werkzaamheden: Het geluid hiervan was niet hoorbaar ter plaatse van de meetpunten.

2 Parameters

Uit de gemaakte opnamen worden verschillende parameters berekend om de kwaliteit van het geluid te classificeren. Deze parameters worden hieronder kort besproken.

2.1 Geluidniveau

Dit is het met een geluidmeter gemeten niveau wat normaal wordt gebruikt om te toetsen aan de grenswaarden. Het geluidniveau wordt uitgedrukt in de maat dB(A).

2.2 Loudness

Dit is hoe luid het geluid wordt ervaren door luisteraars. Luidheid (Loudness) wordt uitgedrukt in de maat sone.

2.3 Sharpness

Sharpness, scherpte is een maat voor de aangenaamheid van het geluid. Hoe scherper het geluid, hoe onaangener het geluid wordt ervaren. Een hoge Sharpness wordt veroorzaakt door veel hoge tonen in het geluid wat als onaangenaam wordt ervaren. De maat voor Scherpte (sharpness) is acum.

2.4 Tonality

Tonality geeft een maat voor de tonaliteit van het geluid. Hoe tonaler het geluid hoe minder aangenaam het geluid wordt ervaren. De maat voor tonaliteit is tuHMS (tonality unit Hearing Model of Sottek).

2.5 Roughness

Roughness, ruwheid is een eveneens maat voor de aangenaamheid van het geluid. Roughness wordt veroorzaakt door fluctuaties in het geluid en tonaliteit. Hoe hoger de ruwheid hoe onaangener het geluid wordt ervaren. Roughness wordt uitgedrukt in de maat asper.

3 Resultaten

In de Tabel 1 zijn voor de beschreven parameters de berekende waarden opgenomen voor het parkniveau.

Parameter	Meetpunt 1		Meetpunt 2		Meetpunt 3		Meetpunt 4		Meetpunt 5		eenheid
	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	
Level vs. Time	68,3	68,1	72,1	72,2	74,9	75,1	66,4	67,5	75,3	73,6	dB(SPL)
Tonality (Hearing Model) vs. Time	0,10	0,11	0,14	0,16	0,14	0,15	0,12	0,12	0,10	0,15	tuHMS
Fluctuation Strength, Average and Percentiles (F, F10, F50)	0,0118	0,0639	0,0090	0,0087	0,0061	0,0077	0,0073	0,0126	0,2300	0,0324	vacil
Fluctuation Strength, Average and Percentiles (F, F10, F50)	0,0039	0,0055	0,0038	0,0038	0,0038	0,0039	0,0036	0,0055	0,0282	0,0045	vacil
Fluctuation Strength, Average and Percentiles (F, F10, F50)	0,0064	0,0219	0,0060	0,0053	0,0050	0,0052	0,0049	0,0076	0,0747	0,0117	vacil
Loudness Average (Navg)	11,3	11,1	20,9	20,3	18,6	18,7	8,6	9,9	10,5	9,5	soneGF
Loudness Cubic Mean (Nrnc)	10,4	10,0	15,9	15,1	17,1	17,0	8,2	9,3	9,4	9,2	soneGF
Loudness, Percentiles and Quotient (N5, N95, N5/N95)	7,6	7,7	9,7	9,1	9,7	8,8	7,1	7,7	7,6	7,7	soneGF
Loudness, Percentiles and Quotient (N5, N95, N5/N95)	1,9	1,7	2,2	2,4	2,5	2,9	1,4	1,5	1,6	1,4	soneGF
Loudness, Percentiles and Quotient (N5, N95, N5/N95)	14,6	13,1	21,3	21,3	24,3	25,5	9,7	11,3	11,9	10,8	soneGF
Roughness (Hearing Model), Average and Percentiles (R, R10, R50)	0,305		0,309		0,293		0,244		0,235		asper
Roughness (Hearing Model), Average and Percentiles (R, R10, R50)	0,236		0,242		0,223		0,197		0,199		asper
Roughness (Hearing Model), Average and Percentiles (R, R10, R50)	0,305		0,309		0,293		0,244		0,235		asper
Sharpness, Average and Percentiles (S, S5, S95)	1,26	1,13	1,26	1,17	1,27	1,25	1,13	1,20	1,29	1,07	acum
Sharpness, Average and Percentiles (S, S5, S95)	0,81	0,78	0,86	0,81	0,88	0,80	0,86	0,90	0,83	0,82	acum
Sharpness, Average and Percentiles (S, S5, S95)	0,95	0,90	1,02	0,94	1,05	0,99	0,95	1,02	0,98	0,91	acum
Sound Pressure Level, A-weighted (LAeq,T)	57,0	56,3	65,1	65,0	64,7	64,7	53,6	55,0	55,1	54,4	dB(SPL)
Sound Pressure Level, C-weighted (LCeq,T)	66,7	66,7	70,8	70,9	73,1	73,3	63,7	64,8	69,1	68,6	dB(SPL)
Sound Pressure Level, Percentiles (LAF5,T and LAF95,T)	51,8	51,8	55,6	54,7	55,0	53,9	50,8	51,8	51,8	51,8	dB(SPL)
Sound Pressure Level, Percentiles (LAF5,T and LAF95,T)	61,3	60,1	68,7	69,5	69,9	70,6	55,9	58,1	58,1	56,2	dB(SPL)

Tabel 1: Resultaten analyse voor de meetpunten

3.1 Loudness

Uit de meetresultaten blijkt de hoogste loudness wordt vastgesteld ter plaatse van meetpunt 2 (Langs de Posthumalaan), terwijl hier niet het hoogste geluidniveau wordt gemeten. Ter hoogte van meetpunt 4 (ter hoogte van Lantaarn Venster) wordt de laagste luidheid vastgesteld.

3.2 Sharpness

De scherpte (Sharpness) varieert relatief weinig. Dit komt waarschijnlijk omdat er een breed maskerend stad- en havengeluid in het gebied optreedt.

3.3 Roughness

De ruwheid van het geluid (Roughness) is relatief hoog, vooral bij de meetpunten 1, 2 en 3. Dit wordt veroorzaakt door het wegverkeer dat relatief dicht langs deze meetpunten voorbij trekt.

3.4 Tonality

De tonality is relatief laag in het gebied. De hoogste tonaliteit wordt vastgesteld op meetpunten 2 en 3 als gevolg van het constante wegverkeer.

4 Conclusie

De resultaten van het onderzoek geven aan dat er geen grote verschillen zijn tussen de geluidskwaliteit langs de kade en op het water. Het belangrijkste verschil wordt veroorzaakt door de voertuigpassages op de Posthumalaan. Hierdoor wordt de geluidskwaliteit op de eerste drie meetpunten negatief beoordeeld. Ook de bouwwerkzaamheden aan de zuidzijde van het gebied waren duidelijk waarneembaar aanwezig.

Het geluid van de metropassages was wel hoorbaar op de meetpunten maar heeft geen grote invloed op onderzochte parameters. Bij meetpunt 3 (Rijnhavenkade) is de invloed wel zichtbaar in de vorm van een hogere waarde voor het geluidniveau dB(C) dan in dB(A). Dit duidt op een grote bijdrage van de lage frequenties aan het totale geluidniveau.

Op meetpunt 5 (op het drijvend park) treedt nu een maskering op als gevolg van de bedrijvigheid bij Codrico. Ook lieten de nijlganzen zich op dit punt duidelijk horen.

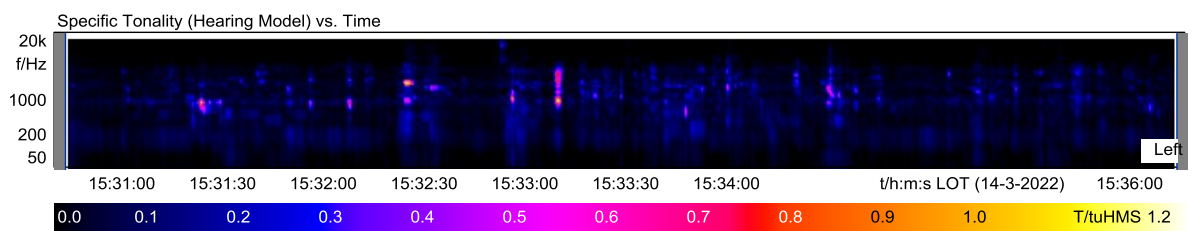
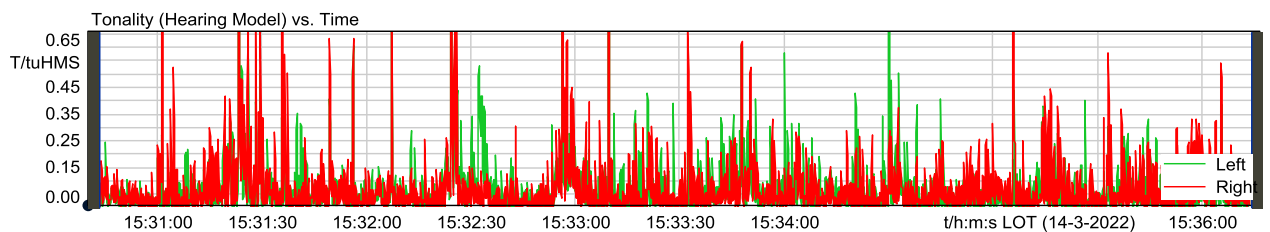
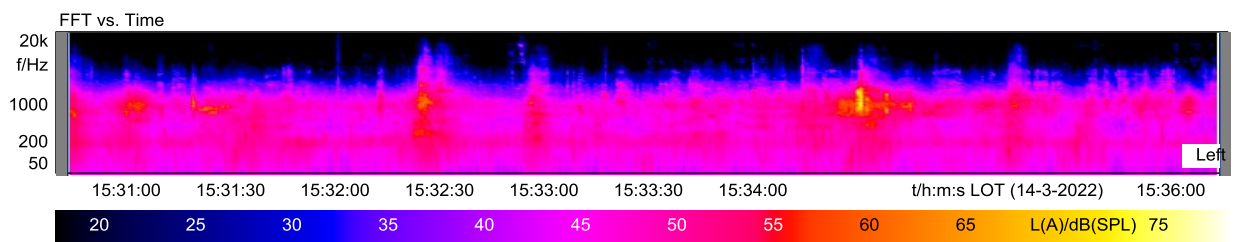
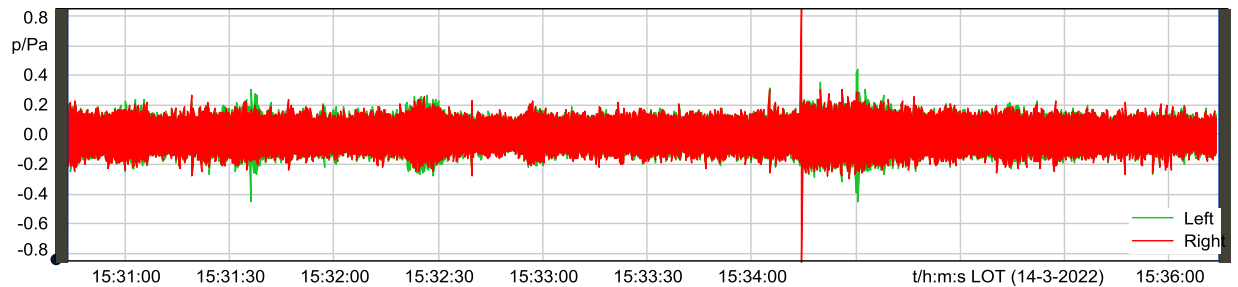
Na de transformatie zal in het nieuwe park minder geluid van de wegen te horen zijn. Tevens zal er als gevolg van de nieuwe vegetatie, meer geluid worden geabsorbeerd en verstrooid. Ook zal er door het ruisen van blad in de wind meer maskering optreden. Door het verplaatsen van de activiteiten van Codrico zal belangrijke bron van maskering verdwijnen. Hierdoor zal het geluid in het gebied levendiger worden.

Hierdoor zullen de scores voor Loudness, Sharpness, Roughness en Tonality verbeteren. De aanwezige bezoekers van het park en de optredens in het park kunnen de geluidskwaliteit eveneens beïnvloeden met stemgeluid en muziek afspeelapparatuur.

Bijlage 1: Tijdverloop parameters

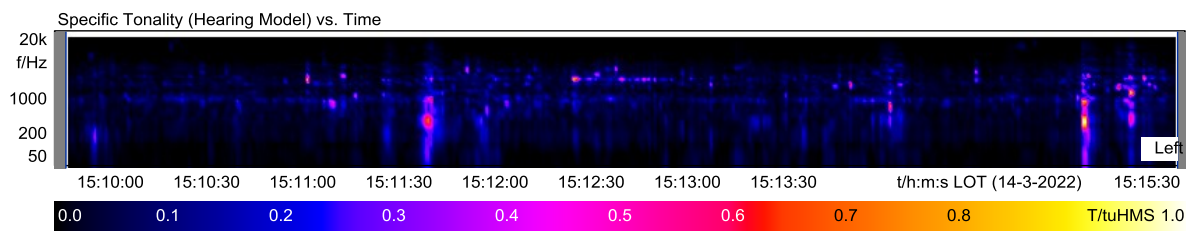
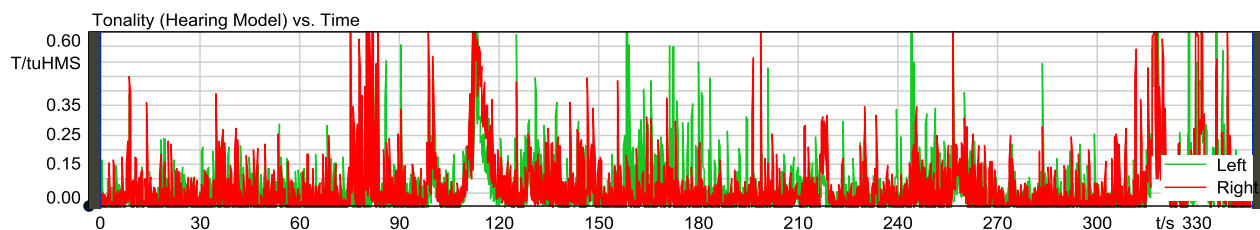
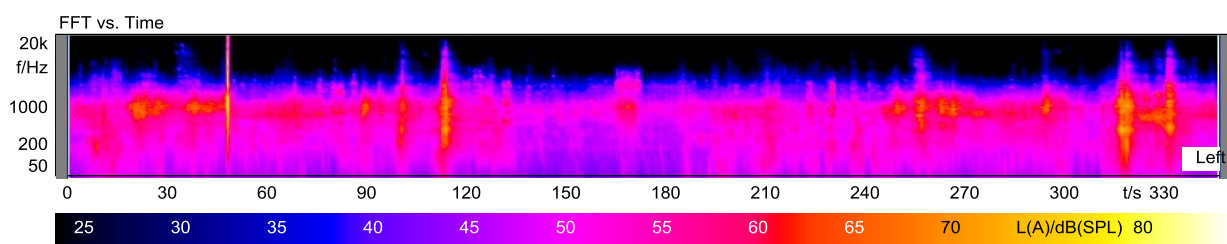
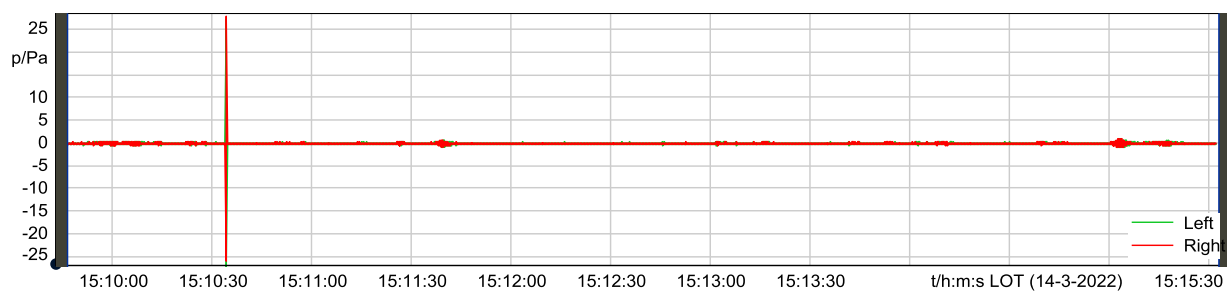
Meetpunt 1 (Bij Groene keet)

In de onderstaande figuren is ter illustratie voor meetpunt 1 het tijdverloop van de geluidsdruk, het spectrogram (FFT vs. Time), het tijdverloop van de tonaliteit en Spectraal weergegeven tonaliteit opgenomen.



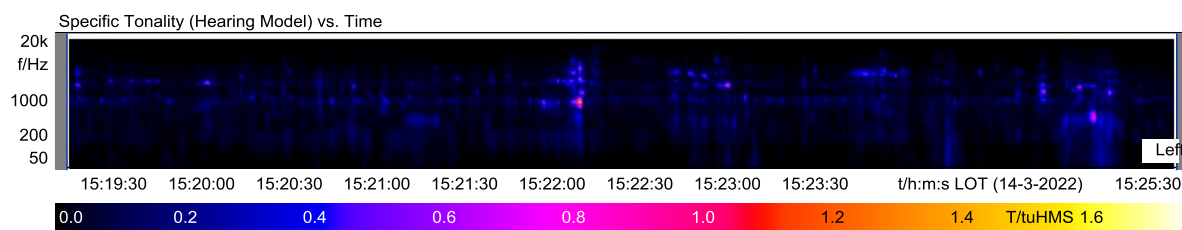
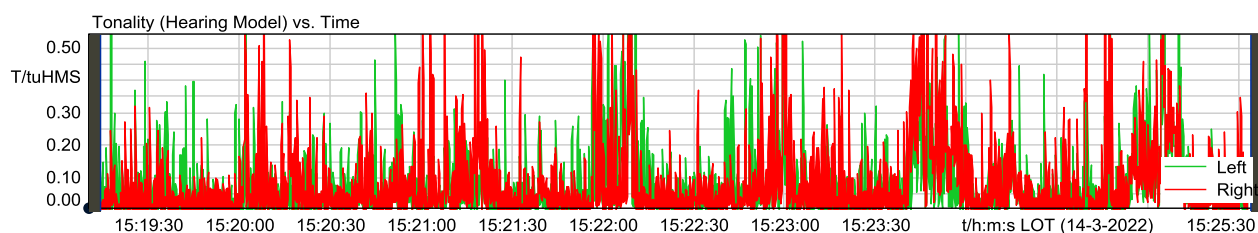
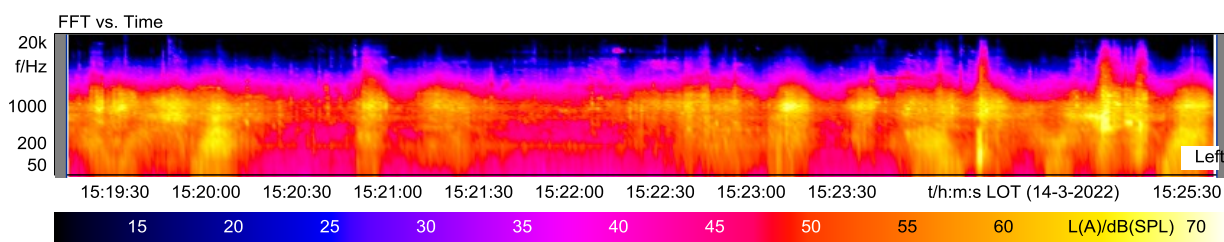
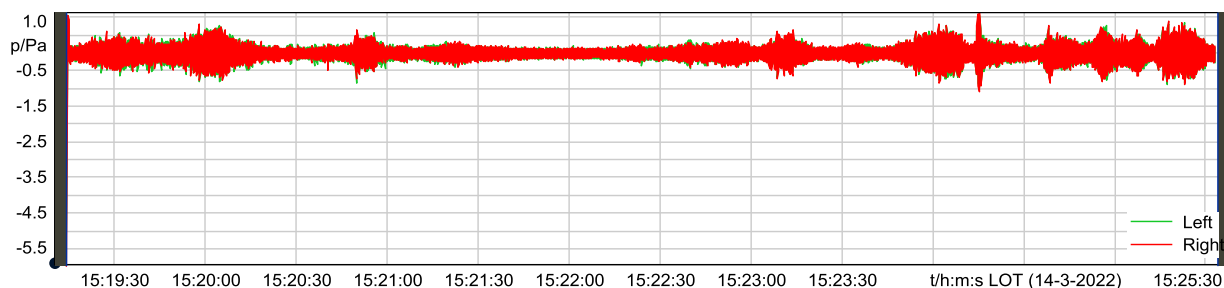
Meetpunt 2: Kade langs Posthumalaan

In de onderstaande figuren is ter illustratie voor meetpunt 2 het tijdverloop van de geluidsdruk, het spectrogram (FFT vs. Time), het tijdverloop van de tonaliteit en de spectraal weergegeven tonaliteit opgenomen.



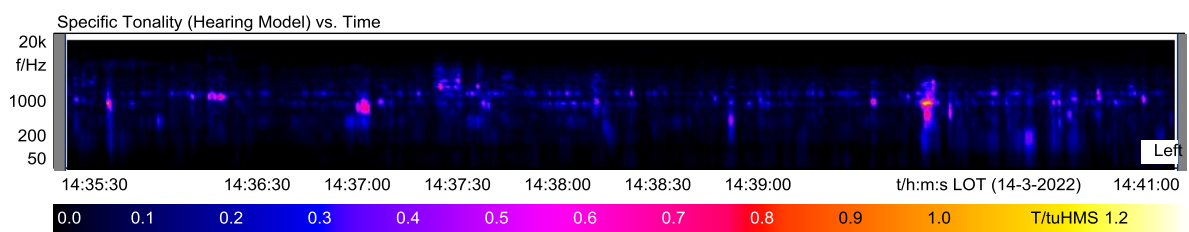
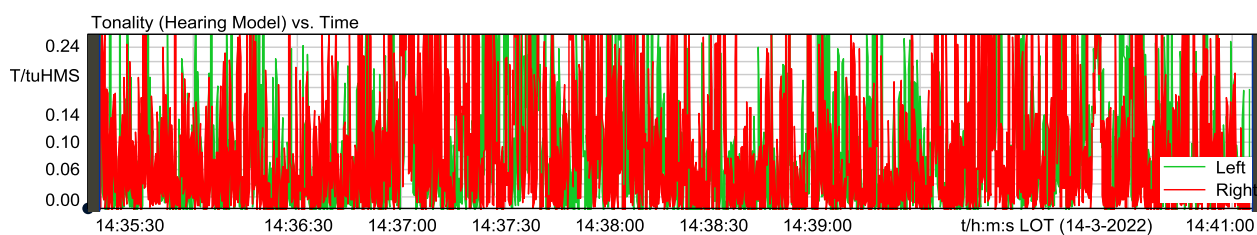
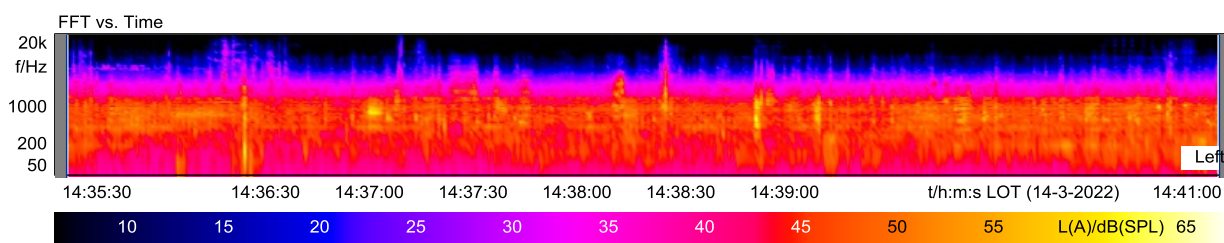
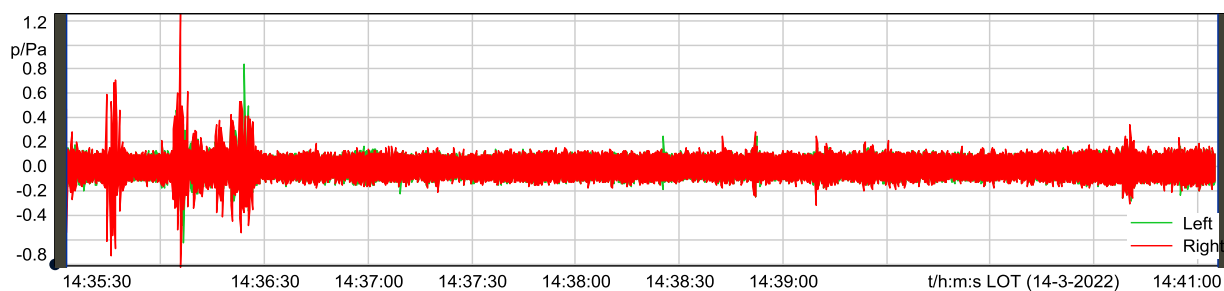
Meetpunt 3: Rijnhavenkade

In de onderstaande figuren is ter illustratie voor meetpunt 3 het tijdverloop van de geluidsdruk, het spectrogram (FFT vs. Time), het tijdverloop van de tonaliteit en de spectraal weergegeven tonaliteit opgenomen.



Meetpunt 4: Lantaarn Venster

In de onderstaande figuren is ter illustratie voor meetpunt 4 het tijdverloop van de geluidsdruk, het spectrogram (FFT vs. Time), het tijdverloop van de tonaliteit en de spectraal weergegeven tonaliteit opgenomen.



Meetpunt 5: Op het drijvend park

In de onderstaande figuren is ter illustratie voor meetpunt 5 het tijdverloop van de geluidsdruk, het spectrogram (FFT vs. Time), het tijdverloop van de tonaliteit en de spectraal weergegeven tonaliteit opgenomen.

