

Noordgebouw en CS omroepinstallatie



Geluidniveaus van omroepmededelingen

Rapport van de afdeling Expertise Milieu

april 2015



Colofon

uitgave

Expertise Milieu
Milieu en Mobiliteit
Gemeente Utrecht
030 – 286 00 00
info@utrecht.nl

in opdracht van

Dura Vermeer Vastgoed BV

internet

www.utrecht.nl

rapportage

Uitvoering onderzoek: Gemeente Utrecht, Milieu & Mobiliteit, Bert Noppers

informatie

A.P. Noppers
030 – 28 64565

29 april 2015

Inhoudsopgave

1. Inleiding	
1.1. Aanleiding.....	4
1.2. Onderzoekopzet en conclusies	4
1.3. Leeswijzer	4
2. Planbeschrijving	
2.1. Plan	6
3. Wettelijk kader	
3.1. Bedrijven en milieuzonering	8
3.2. Belangen van bestaande inrichtingen	9
3.3. Het maximale momentane geluidsniveau $L_{A,Max}$	10
4. Bedrijfssituatie en rekenmodellen	
4.1. Bedrijfssituatie: gebruikstijden van de omroepinstallatie	11
4.2. Bedrijfssituatie: geluidsterkte van de omroepinstallatie	12
4.3. Bedrijfssituatie: locatie van de speakers op de perrons	12
4.4. Rekenmodellen en geluidmetingen.....	13
4.5. Gekanteld model huidige situatie	14
4.6. Gekanteld model toekomstige situatie	17
4.7. Vlak rekenmodel voor de toekomstige situatie.....	18
5. Resultaten en conclusies	
5.1. Metingen en bepalen bronniveau omroepmededelingen	20
5.2. Rekenresultaten gekanteld model: Noordgebouw	21
5.3. Correcties op berekende niveaus.....	22
5.4. Beoordelingsniveaus en conclusies.....	26
Bijlage 1 Tijdsduur omroepmededelingen	28
Bijlage 2 Statistiek omroeptijdsduur	31
Bijlage 3 Rekenmodellen	33
Bijlage 4 Geluidmetingen	41

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

De gemeente Utrecht is voornemens om direct ten noorden van de Openbaar Vervoer Terminal (OVT) een multifunctioneel gebouw met daarin o.a. woningen te bestemmen. Hiervoor wordt een bestemmingplan opgesteld, een bouwaanvraag zal in een later stadium worden ingediend.

In het kader van de ruimtelijke procedure is een geluidsonderzoek benodigd naar alle relevante geluidsbronnen in de directe omgeving. Relevante geluidsbronnen zijn: het emplacement, de doorgaande sporen, HOV (inclusief tram) en diverse wegen. Voor deze aspecten is een afzonderlijk onderzoeksrapport uitgebracht:

Noordgebouw Akoestisch planologisch onderzoek t.b.v. Bestemmingsplan, Rapport kenmerk VL15-HD-NGB-01.1

Ook het geluid van het Centraal Station (CS) is van belang aangezien dit gebouw direct grenst aan de perrons van het CS. Dit onderzoek richt zich op het geluid van de omroepinstallatie omdat er geen andere relevante geluidbronnen op het CS zijn.

1.2. Onderzoeksopzet en conclusies

Voor het onderzoek zijn geluidmetingen uitgevoerd en zijn gegevens over de omroepmededelingen gebruikt die zijn verkregen via Prorail. Voor het berekenen van de geluidsniveaus van omroepgeluid op de gevels van het Noordgebouw is een rekenmodel opgesteld voor de huidige en toekomstige situatie. Op de resultaten van het hoofdmodel ('gekanteld model') zijn enkele correcties uitgevoerd met behulp van berekeningen met een extra rekenmodel.

De conclusie van het onderzoek is dat de geluidsniveaus op de gevels aan de noordzijde en de zijde van de sporen tot 5 dB hoger zijn dan de toetswaarden. Hier zijn woningen realiseerbaar met bepaalde bouwkundige uitgangspunten en voorwaarden die dan in het bestemmingsplan moeten worden geborgd.

1.3. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft beknopt het bestemmingsplan weer met daarnaast het voorlopige bouwplan. Hoofdstuk 3 bevat het juridische toetsingskader voor geluid en met name het omroepgeluid.

Hoofdstuk 4 beschrijft de bedrijfssituatie van de omroepinstallatie van het CS, de locatie van speakers, perronkappen en de gebruiksduur van de speakers. Ook de toekomstige situatie wordt beschreven. In 4.3 tot en met 4.7 zijn de gebruikte rekenmodellen weergegeven. Meer modelinformatie is in de bijlagen te vinden.

In 5.1 tot en met 5.3 zijn de meetwaarden en tussenresultaten van het rekenmodel opgenomen. Hier worden ook de rekencorrecties op het hoofdmodel ('gekantelde model') bepaald. Dit is een tamelijk geluidstechnisch onderdeel, als verantwoording van de eindresultaten.

In 5.4 zijn de eindresultaten vermeld als beoordelingsniveaus op enkel rekenpunten voor het Noordgebouw. Na een vergelijking met de toetswaarden wordt afgesloten met conclusies en een advies.

2. Planbeschrijving

Op het gebied direct ten noorden van de Openbaar Vervoer Terminal is de gemeente voornemens een multifunctioneel gebouw met daarin o.a. woningen te realiseren. Hiervoor wordt een bestemmingsplan opgesteld.



Figuur 1: Planomgeving in centrum Utrecht nabij Utrecht CS situatie 2014

Het Noordgebouw ligt globaal tussen de OVT, de Bieb++ Smakkelaarsveld en het spoor. De plangrens sluit aan op de plangrenzen van de bestemmingsplannen BP Smakkelaarsveld, Stads Kantoor en OV-terminal en Nieuw Hoog Catharijne.



Figuur 2: Plan en de omgeving

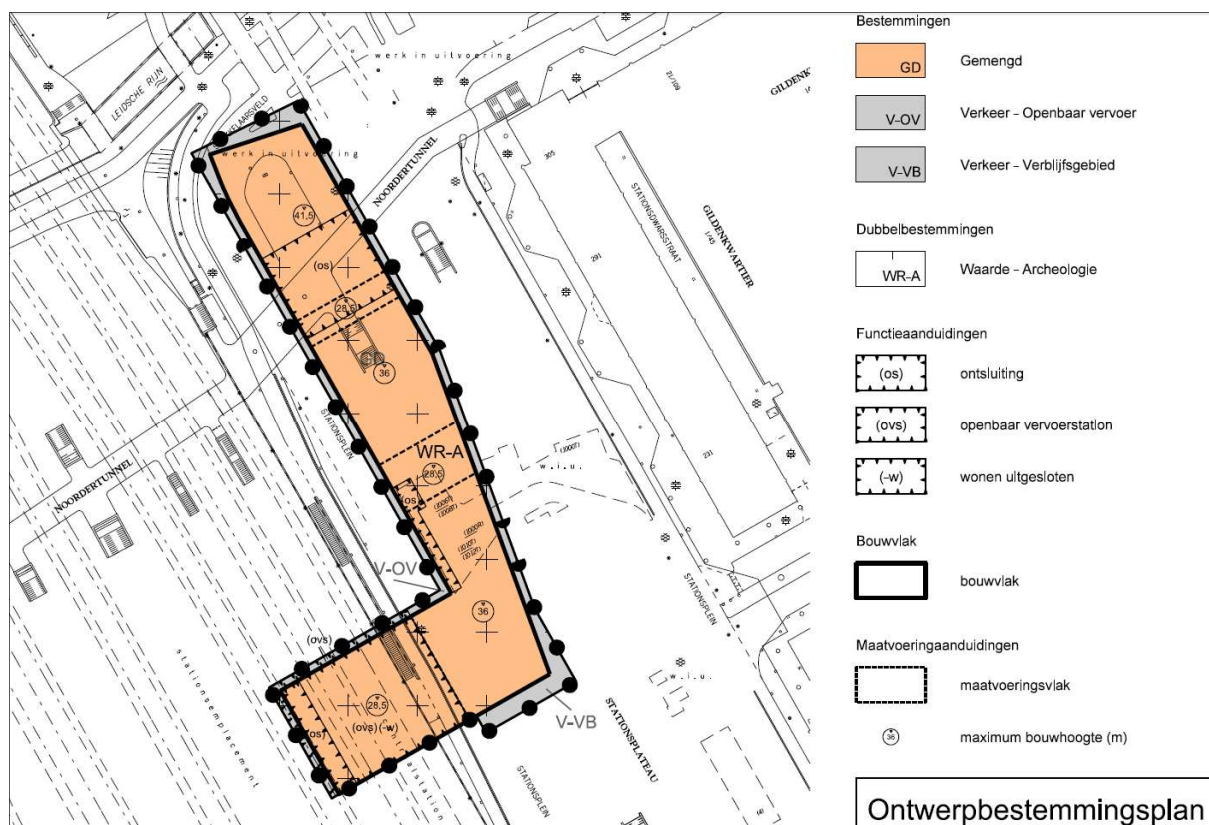
2.1. Plan

Onderstaande figuren geven een beeld van het nieuwe gebouw.



Figuur 3: Artist's impression Noordgebouw

De herontwikkeling van het Stationsgebied is gericht op de ontwikkeling van een hoogwaardig, multimodaal openbaar vervoersknooppunt in combinatie met een toplocatie voor werken, wonen en voorzieningen. Het Noordgebouw is gelegen nabij het Smakkelaarsveld dat wordt gezien als de poort naar de oude stad; enerzijds een prettige verblijfsplek aan het water die het begin van het centrum van Utrecht markeert, anderzijds een drukke knoop waar vele routes samen komen. De noordelijke kop van het nieuwe gebouw ligt aan de ruimte voor herstel van de Leidsche Rijn. De locatie (eigenlijk het gebouw) wordt dusdanig breed bestemd dat functies zoals wonen, hotel, horeca, kantoor en retail mogelijk zijn.



Figuur 4: Concept verbeelding ontwerp bestemmingsplan

In het meest zuidelijk deel van het plangebied, dat boven de sporen ligt, is met de aanduiding (-w) aangegeven dat hier geen woningbouw mogelijk is.

3. Wettelijk kader

Bij het projecteren van nieuwe geluidsgevoelige bestemmingen dient zorg te worden gedragen voor een goed (akoestisch) woon- en leefklimaat. Daarbij moet worden gekeken naar de milieu-invloed van bedrijven in de omgeving.

Naast de zorg voor een goed woon- en leefklimaat moeten de belangen van de bedrijven in de omgeving worden beschermd en rekening worden gehouden met overige wet- en regelgeving.

3.1. Bedrijven en milieuzonering

Het bewaren van afstand is daarbij dan de meest voor de hand liggende maatregel. De VNG-publicatie 'Bedrijven en milieuzonering' geeft daarbij een handvat. Voor treinstation (SBI-2008: 491, 492) wordt een aan te houden afstand van 100 meter tot een rustige woonlocatie vanwege geluid aangegeven. Voor een drukke woonwijk in de stad, zoals in dit geval, kan een afstand van 50 meter worden aangehouden. Daarbij is het geluidniveau van het station het maatgevende milieuaspect en dan met name het geluid van omroepmededelingen.

Het geluid van rijdende en wachtende treinen is onderzocht in een afzonderlijke rapportage. Het geluid van doorgaande treinen wordt niet als 'bedrijfsgeluid' gezien en wordt beoordeeld op grond van de Wet geluidhinder. Het geluid van treinen die uit de dienstregeling zijn gehaald en op het spooremlacements gaan of blijven staan worden toegerekend aan het spooremlacement, dat als een bedrijf ('inrichting') wordt beschouwd. Het onderzoek naar deze geluidbronnen is opgenomen in een afzonderlijke rapportage (Noordgebouw Akoestisch planologisch onderzoek t.b.v. Bestemmingsplan, Rapport kenmerk VL15-HD-NGB-01.1). Het omroepgeluid voor reizigersmededelingen wordt toegerekend aan het treinstation.

In het stationsgebied van Utrecht, waar vele verschillende bestemmingen dicht bij elkaar komen, is een aan te houden afstand van 50 m echter niet realiseerbaar. In dit bestemmingsplan worden woonfuncties mogelijk gemaakt direct naast het treinstation. Voor dit soort situaties heeft de gemeente Utrecht beleid gemaakt dat is vastgelegd in de Geluidnota Utrecht.

Voor de beoordeling wordt gekeken naar het langtijdgemiddelde geluidsniveau (L_{Ar,LT}) in dB(A) per dag (7-19 uur), avond (19-23 uur) en nacht (23-7 uur). Dat wil zeggen dat het werkelijke geluidsniveau wordt gecorrigeerd voor de tijdsduur waarin dit geluidsniveau zich voor doet. Als dat bijvoorbeeld 25% van de tijd is dan wordt gecorrigeerd met een factor 4, wat overeenkomt met een 'bedrijfsduurcorrectie C_b' (aftrek) van 6 dB. Daarnaast moet een toeslag van 5 dB opgeteld als het geluid bij de woningen een herkenbaar tonaal of impulsachtig karakter heeft.

De Geluidnota vermeldt als richtwaarde voor het langtijdgemiddelde geluidsniveau (L_{Ar,LT}) 45, 40 en 35 dB(A) voor de dag, avond en nacht, op een rustige woonlocatie. Direct ten westen van het Noordgebouw komt echter een drukke weg voor bussen (HOV) en trams te liggen. Daarom zal het woonklimaat aan die zijde van het Noordgebouw overeen komen met een drukke woonwijk in de stad, met een richtwaarde die 5 dB hoger is: respectievelijk 50, 45 en 40 dB(A).



Figuur 5: Toekomstige ligging van HOV- en trambaan naast het Noordgebouw

Bij geluidniveaus boven de richtwaarde kan ook worden getoetst aan het zogenaamde referentieniveau. Dit is het hoogste van:

- Het gemeten L95 (het achtergrondniveau van het omgevingsgeluid, dat is het geluidniveau dat bijna steeds aanwezig is);
- Het geluidniveau van het wegverkeer minus 10 dB.

Het achtergrondniveau in de toekomstige situatie is niet goed te voorspellen, tussen passages van de trams en bussen is het achtergrondniveau aan de spoorzijde mogelijk toch laag. Het geluidniveau minus 10 dB kan wel worden berekend: voor dag avond nacht, resp. 50, 47, en 42 dB(A) op 26 m hoogte. Voor de avond en nachtperiode is dit dus een 2 dB hogere toetswaarde.

Van belang is nog dat de geluidsniveaus worden getoetst op de woninggevel. Volgens definitie zitten daarin open of te openen delen, zoals ramen en ventilatieopening. Zitten die er niet in dan is het geen (te toetsen) gevel. Dit wordt dan wel een 'dove gevel' genoemd.

Omdat toekomstige bewoners van het Noordgebouw te maken krijgen met meerdere geluidbronnen tegelijk wordt ook naar de optelling (cumulatie) van het geluid gekeken. Dat is gedaan in het hiervoor vermelde rapport. Daarin is het totaal van geluid van wegverkeer en treinen onderzocht. Het geluid van het emplacement (niet doorgaande treinen) en omroepgeluid zijn hier niet bij betrokken omdat die worden beoordeeld op de drukste dagen van het jaar terwijl het geluid van wegverkeer en treinen wordt beoordeeld met een jaargemiddelde van een etmaal (een Lden). Dit zijn geluidsniveaus die niet kunnen worden gesommeerd. Bovendien zijn de geluidsniveaus van het emplacement en omroepmededelingen zoveel lager dan die van weg- en spoorlawaai, dat ze opgeteld niet tot een wezenlijke toename van het totaal zouden leiden.

3.2. Belangen van bestaande inrichtingen

Het CS is een inrichting in de zin van de Wet milieubeheer, vanwege het elektromotorische vermogen van roltrappen en liften. Daardoor zijn de regels van het Activiteitenbesluit van toepassing op het CS, met standaardgrenswaarden voor geluid voor het langtijdgemiddelde geluidsniveau (LAr,LT) in de dag-, avond- en nachtperiode van respectievelijk 45, 40 en 35 dB(A). De houder van de inrichting is Prorail.

Deze grenswaarden worden getoetst op de gevels van bestaande woningen. Bij de bouw en in gebruik name van het Noordgebouw zullen deze grenswaarden ook gaan gelden op de gevel van het Noordgebouw waar geluidgevoelige functies komen. Als blijkt dat de geluidsniveaus van omroepmededelingen daar hoger zijn dan de grenswaarden kan de bedrijfsvoering van het CS belemmerd worden, doordat dan de omroepinstallatie niet meer mag worden gebruikt of alleen met een lager geluidvolume waardoor de mededelingen niet meer voldoende verstaanbaar worden voor de reizigers. Dit onderzoek moet laten zien of dit aan de orde is of hoe dit kan worden voorkomen.

Het Activiteitenbesluit kent niet het begrip 'representatieve bedrijfssituatie'. Dat wil zeggen dat de standaard-geluidgrenswaarden iedere dag in acht genomen moeten worden, dus ook op de 'drukste dag'. Het verschil in geluidproductie op de drukste dag in het afgelopen half jaar en de 7^e dag is in dit geval echter gering: in de dagperiode 7 uur op de drukste dag tegen 5,5 uur op de 7^e dag, een verschil dat overeen komt met 1 dB. In de avond en nacht is het verschil nog wat kleiner.

Met de uitgangspunten voor de representatieve situatie in dit onderzoek is door Prorail ingestemd, voor zowel de huidige als de toekomstige situatie.

Het Activiteitenbesluit kent de mogelijkheid om met een maatwerkvoorschrift aanvullende voorschriften te stellen voor geluid (middelvoorschriften) of af te wijken van de standaardgrenswaarden voor geluid (doelvoorschriften). Daarvoor moet het bevoegd gezag wel een onderbouwing geven. Voor het opleggen van een maatwerkvoorschrift geldt een Wabo-procedure met de mogelijkheid van bezwaar en beroep.

Omdat het CS vanwege geluidgrenswaarden nu al te maken heeft met bij bestaande woningen zijn ook rekenpunten opgenomen voor de appartementen boven het Gildenkwartier, die op korte afstand van het noordelijke deel van het CS liggen.

3.3. Het maximale momentane geluidsniveau $L_{A,Max}$

Voor de beoordeling is ook het hoogste geluidsniveau dat zich op enig moment kan voordoen van belang. De toetswaarde daarvan is 10 tot 20 dB hoger dan de toetswaarde voor het langtijdgemiddelde geluidsniveau $L_{Ar,LT}$. In het Activiteitenbesluit zijn de grenswaarden voor de dag, avond en nacht respectievelijk 70 dB(A), 65 dB(A) en 60 dB(A).

Door het gelijkmatige karakter van de omroepmededelingen is het L_{Amax} in de praktijk aanzienlijk lager dan deze waarden, zodat aan dit aspect in dit onderzoek verder geen aandacht is besteed.

4. Bedrijfssituatie en rekenmodellen

4.1. Bedrijfssituatie: gebruikstijden van de omroepinstallatie

Het geluid van omroepmededelingen vanaf de perrons kan van invloed zijn op het woon- en leefklimaat bij woningen in de omgeving. De omroepmededelingen worden het hele jaar door gedurende het hele etmaal gedaan en dienen voornamelijk om de reizigers op de hoogte te stellen van vertragingen en spoorwijzigingen. Ook worden mededelingen gedaan over internationale treinen (in drie talen) en andere aankondigingen.

Om een langtijdgemiddelde geluidsniveau (L_{Ar,LT}) de dag-, avond- en nachtperiode te kunnen bepalen voor de toekomstige woningen moet bekend zijn wat de geluidsproductie van de omroepinstallatie is. De geluidsterkte is bepaald aan de hand van geluidmetingen en berekeningen met een rekenmodel. Daarnaast moet bekend zijn wat de totale tijdsduur is van mededelingen over een hele dag, avond en nacht.

Daarom is van NS Reizigers (NSR) actuele informatie ontvangen over de hoeveelheid omroepmededelingen, de tijdsduur daarvan en de verdeling over de dag-, avond- en nachtperiode, gedurende een half jaar: van 6 september 2014 tot 9 maart 2015. Daaruit blijkt dat de gemiddelde duur van een omroepmededeling ongeveer 30 seconden is.

De hoeveelheid omroepmededelingen per dag vertoont zeer grote variaties over dit halve jaar. Op dagen zonder werkzaamheden, storingen of andere afwijkingen van de dienstregeling zijn er bijna geen mededelingen. Op dagen met veel of langdurige afwijkingen kunnen zich bijna doorlopend mededelingen voordoen. Geplande werkzaamheden zijn vooral in de weekenden. Om tot een goede beoordeling te komen wordt gekeken naar de 'representatieve bedrijfssituatie', dat is de situatie met de meeste omroepmededelingen die zich regelmatig kan voordoen. Doorgaans worden de 12 dagen met de hoogste bijdrage als niet-representatief beschouwd. Omdat de gegevens maar op een half jaar betrekking hebben mag worden aangenomen dat daarin maar de helft van de drukste dagen voor komen. In het overzicht van omroepmededelingen zijn per dag de drukste 6 dagen beschouwd als niet-representatief. De daarna drukste (de 7^e) dag, avond en nacht wordt als representatief beschouwd en is het uitgangspunt voor het onderzoek. Uit de gegevens blijkt het aantal minuten omroepmededelingen voor deze representatieve bedrijfssituatie:

Dag

5,54 uur 46%

Dit leidt tot een bedrijfsduurcorrectie van 3,4 dB

Avond

1,88 uur 47%

Dit leidt tot een bedrijfsduurcorrectie van 3,6 dB

Nacht

1,11 uur 14%

Dit leidt tot een bedrijfsduurcorrectie van 8,6 dB

Verder blijkt dat iedere mededeling begint met een aankondiging in de vorm van een 'gong', waarvan er drie types zijn. Dit is een opeenvolging van enkele korte tonen die in totaal 4 seconden duurt. Hierop wordt een 'straffactor' van 5 dB opgeteld. Bij een gemiddelde totale duur van 30 seconden betekent dit een 1,0 dB ophoging van het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau. In feite heeft de gong een wat lager geluidsniveau dan de omroepmededelingen zodat deze toeslag een overschatting is.

4.2. Bedrijfssituatie: geluidssterkte van de omroepinstallatie

Op de perrons van het CS wordt het speakersysteem ('IROS omroep onderpost', intelligent reizigers omroep systeem) gebruikt waarvan de geluidssterkte een vaste instelling heeft, die niet wordt bepaald door het omgevingsgeluid (van geluiden van treinen of van buiten het CS). Met metingen in het kader van dit onderzoek is het feitelijke geluidniveau van de speakers in de dagperiode bepaald.

Voor de avond (19–23 uur) en nacht (23–7 uur) wordt het geluidniveau respectievelijk 6 dB en 12 dB teruggeschakeld. De metingen en deze reducties zijn in dit onderzoek gebruikt voor de huidige en toekomstige situatie.

In de stationshal zijn 'actieve luidsprekers' aangebracht waarvan de geluidssterkte bij iedere omroepmededeling af zal hangen van het op dat moment heersende geluidniveau. Tevoren wordt een boven- en ondergrens ingesteld, de standaard (default) is 80 dB(A) en 55 dB(A) voor de dagperiode. De stationshal is gesloten en de geluidsuitstraling is als verwaarloosbaar beschouwd.

4.3. Bedrijfssituatie: locatie van de speakers op de perrons

Huidige situatie

In de huidige situatie zitten de meeste luidsprekers op de perrons in rijen aan de onderzijde van de nieuwe perronkappen ingebouwd, op een onderlinge afstand van ongeveer 3 m. De kappen op de meest oostelijke (nieuwe) perrons hebben elk twee rijen kleine cirkelvormige speakers. De middelste drie perrons hebben vier rijen speakers omdat deze perrons breder zijn:



Foto 1 en 2: ronde speakers in de nieuwe perronkappen (weergegeven perron aan sporen 5/7)

De huidige en toekomstige kapspeakers zijn van het type CL1-WM06E8 van Bosch behalve op perrons aan de sporen 5/7, 9/10 en 12/13, waar wat grotere R1-speakers van Elomet zijn ingebouwd.

Op de perrons zijn de spoornummers aangegeven. De nummering loopt van oost (stadszijde) naar west (jaarbeurszijde) volgens de volgende nummering:

Oost 1/2 3/4 5/7 11/12 14/15 18/19 20/21 west.

De westelijker gelegen perrons hebben nog geen nieuwe kappen.

Verder hangen er luidsprekers aan masten, meestal twee aan twee: aan de noordzijde van de westelijk gelegen perrons (sporen 8/9, 11/12 en 14/15) die deels nog geen nieuwe perronkappen hebben (zie figuur 1). Het zijn type X6-speakers waarvan door meting de geluidsproductie (bronvermogen) tijdens omroepmededelingen is vastgesteld op 90 dB(A). Deze speakers zijn als geluidbronnen op 3 m hoogte boven de perrons in het rekenmodel opgenomen.



Foto 3: Bestaande speaker op perron aan de sporen 14/15.

Toekomstige situatie

In het model voor de toekomstige situatie komen de X6-speakers op perrons aan de sporen 11/12 en 14/15 niet meer voor omdat er dan perronkappen staan. Ten noorden van het uiteinde van de kappen op perrons aan de sporen 1/2 en 3/4 zijn een aantal nieuwe speakers van type X6 geïnstalleerd omdat die perrons ver door lopen. Op dit moment zijn deze niet aangesloten vanwege de korte afstand tot appartementen boven het Gildenkwartier. De bijdrage hiervan wordt wel meegerekend maar voor de volledigheid wordt de invloed van deze speakers in beeld gebracht.

4.4. Rekenmodellen en geluidmetingen

Er zijn twee rekenmodellen gemaakt voor de omroepinstallatie van het CS: voor de huidige en toekomstige situatie.

Het model voor de huidige situatie wordt gebruikt om de geluidsproductie van de speakers onder de perronkappen te bepalen. In de huidige situatie worden er perrons aangelegd en is een deel van de nieuwe perronkappen gebouwd.

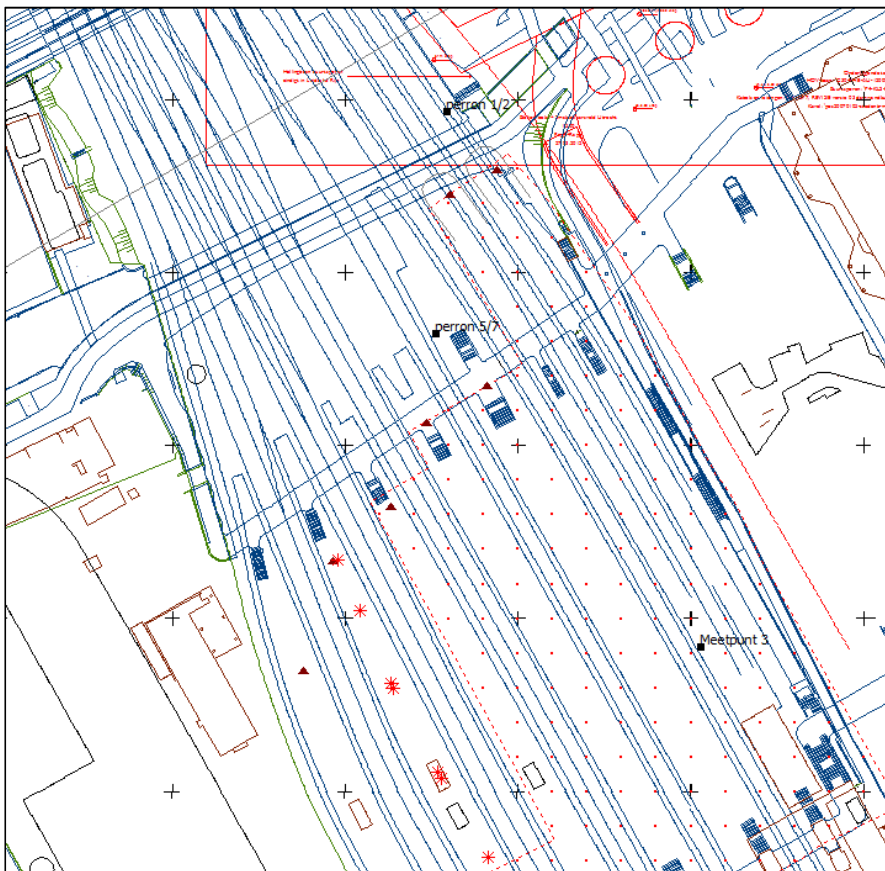
Voor de toekomstige situatie met het Noordgebouw wordt aangenomen dat alle nieuwe perrons en alle nieuwe perronkappen in gebruik zijn. Ook wordt rekening gehouden met de komst van een groot gebouw op het Smakkelaarsveld, ten noorden van het CS. Ook verwerkt dit model de bedrijfsduur van omroepmededelingen per dag, avond en nacht in de representatieve bedrijfssituatie door middel van de bedrijfsduurcorrectie C_b. De volumereductie in de avond en nacht wordt vervolgens toegepast op de rekenresultaten.

De geluidsproductie van het totaal van de speakers in de perronkappen is vastgesteld door op een aantal punten rondom het CS, buiten het gebied waar de speakers hangen, geluidmetingen uit te voeren tijdens omroepmededelingen. Het geluidvermogen dat in het rekenmodel is opgenomen voor de geluidbronnen van speakers onder de perronkappen is vervolgens zodanig ingevoerd dat de rekenuitkomsten overeen komen met de meetresultaten.

Twee meetpunten bevonden zich op de perrons aan de sporen 1/2 en 5/7, 20 m voorbij de laatste speaker in de perronkap, op 1,5 m hoogte.

Een derde meetpunt, meetpunt 3, bevond zich op 5 m boven het platform boven perrons 1 tot 4. Dit is het meetpunt dat het dichtst bij de toekomstige locatie van het Noordgebouw ligt en waar ook het effect van afscherming door de perronkappen duidelijk wordt. De meeste speakers zitten namelijk aan de onderzijde van de perronkappen. De geluidsuitstraling in horizontale richting, dus naar de onderste bouwlagen van het Noordgebouw, zal heel anders zijn dan naar de bovenste bouwlagen.

In de volgende figuur is de ligging van de meetpunten met een zwart vierkant weergegeven.



Figuur 6: Meetpunten op perrons (meetpunten 1 en 2) en meetpunt 3 boven het platform

Door de geluidbronnen in het model te kalibreren aan de hand van de meetresultaten is een betrouwbaar rekenmodel ontstaan voor de huidige situatie. Voor de toekomstige situatie is dit model aangepast waar dat nodig is vanwege wijzigingen van perrons of speakers. Ook is in dit model voor de toekomstige situatie het Noordgebouw opgenomen, met rekenpunten op de gevels waar het te verwachten geluidniveau van omroepmededelingen kan worden berekend.

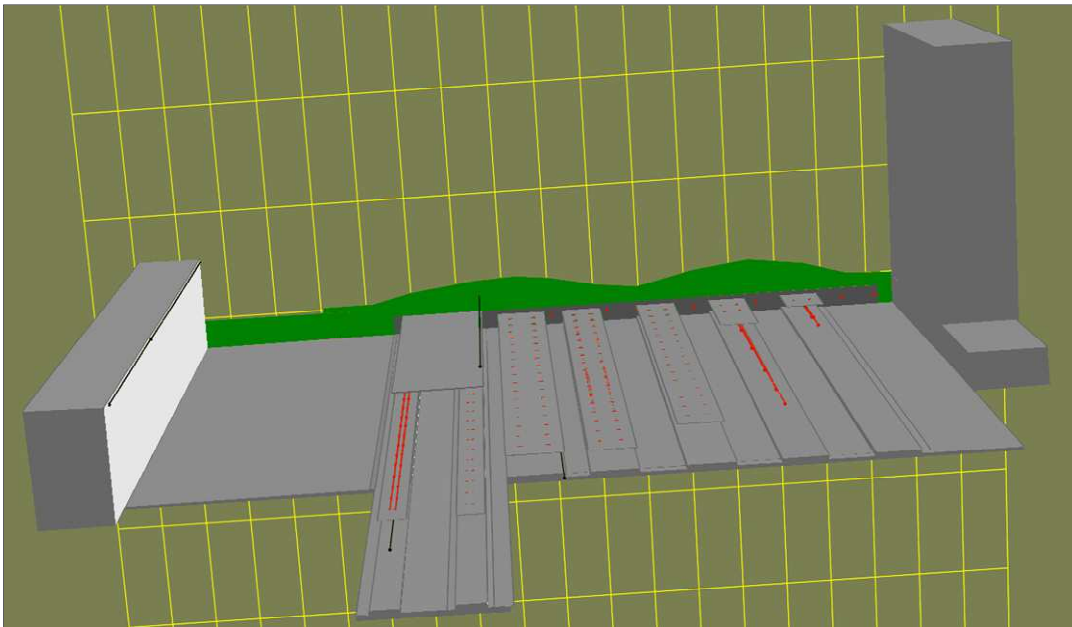
4.5. Gekanteld model huidige situatie

Om de geluidsproductie van het geheel van speakers goed te kunnen vaststellen moet het geluidmodel zo goed mogelijk aansluiten bij de werkelijkheid. Een probleem hierbij is dat er geen rekenformules zijn die de afscherming van horizontale constructies zoals perronkappen berekenen. De rekenmodellen voorzien niet in de mogelijkheid om die afscherming te berekenen.

Als oplossing is gekozen voor een zogenaamd 'gekanteld model'. Daarbij zijn alle bouwwerken 'op hun kant gezet'. De noordwand van de nieuwe stationshal dient daarbij als bodemvlak, de perrons en perronkappen staan daar bovenop als hoge maar smalle bouwwerken (de hoogte van de perronkappen is dan de lengte van de perronkappen, gerekend vanaf de stationshal). In het gekantelde rekenmodel zijn 'hoogtes' dus in feite afstanden vanaf de noordzijde van de stationshal.

In het rekenmodel is de geluidsproductie van deze rijen speakers opgenomen met een serie bronpunten op een rij, met een onderlinge afstand tussen de bronpunten van 10 m, direct naast de perronkappen. Buiten de perronkappen zijn bronpunten voor de X6-speakers toegevoegd.

Door deze manier van modelleren is de locatie van de speakers naast de perronkappen, in plaats van eronder. Het rekenmodel kan nu het effect van de afscherming naar bovengelegen bouwlagen van het Noordgebouw berekenen. Een 3D-weergave van het rekenmodel voor de huidige situatie is hierna weergegeven, gezien vanuit het noorden, dus met het Stadskantoor en Jaarbeurszijde rechts.

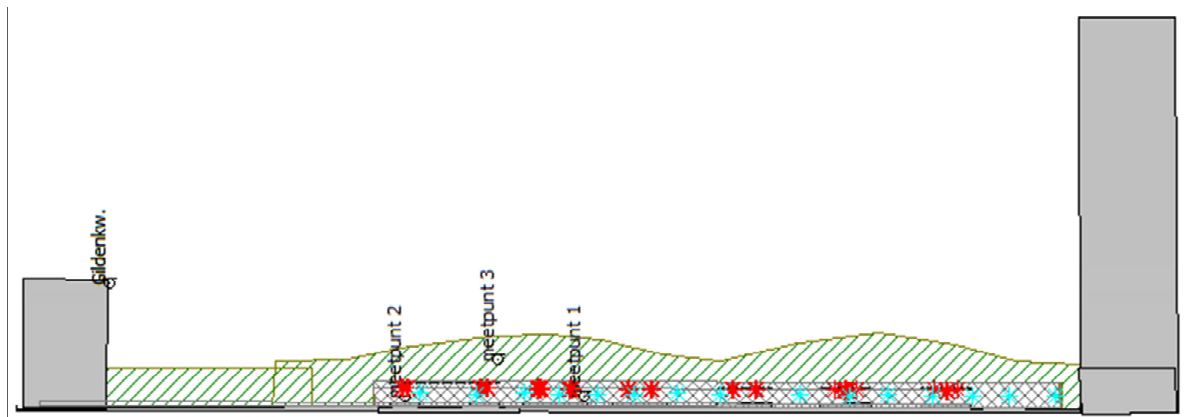


Figuur 7: 3D-weergave van het gekantelde model in de huidige situatie

Door de perronkappen heen zijn de lijnen met speakers (rode sterren) direct 'onder' de kap de te zien. De zwarte punten op zwarte lijnen zijn rekenpunten, in dit geval de meetlocaties.

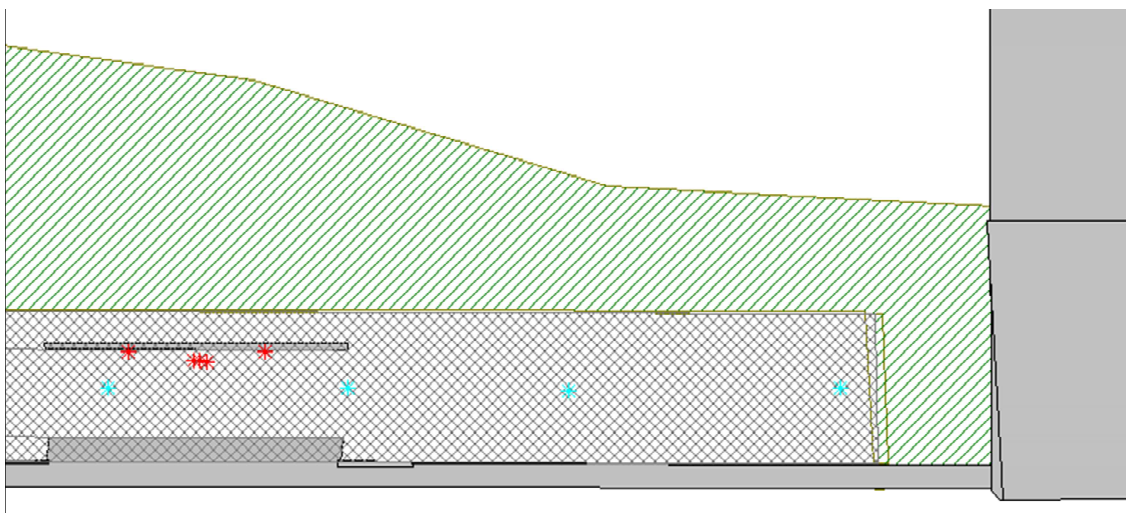
De perrons hebben in bovenstaande figuur als spoornummering van links naar rechts:

Links 1/2 3/4 5/7 11/12 14/15 18/19 20/21 rechts.



Figuur 8: Model-zijaanzicht vanuit het noorden (in het model in feite het bovenaanzicht)

- Het groene golvende bodemgebied op het raster is de noordgevel van de stationshal;
- Het geruite gebied is de ruimte met perrons onder de stationshal;
- Links is het gebouw van het Gildenkwartier te zien, rechts het Stadskantoor;
- De zwarte cirkels zijn de rekenpunten boven de perrons en bij het Gildenkwartier;
- De sterren zijn de geluidbronnen: rood de speakers, blauw de galm onder de stationshal.



Figuur 9: Model-zijaanzicht vanuit het noorden, detail van perron aan de sporen 18/19.

Tegen de onderzijde van de kap zitten de inbouwspeakers in de kappen. De speakers zitten in de perronkappen zodat er geen reflectie in de perronkap optreedt. Daar tussenin zijn de X6-speakers te zien die buiten de perronkappen aan masten zijn opgehangen. De nog lager gelegen rij rode sterren bepalen de galmuitstraling vanuit de perrons onder de stationshal, waar X6-speakers aan de wanden en plafonds hangen.

Het bodemvlak van de stationshal boven de perrons is als reflecterend opgenomen. De ruimte onder de hal is als 100% absorberend ingevoerd omdat daar het geluid niet wordt gereflecteerd. Tussen de perrons liggen de sporen met ballastbed. Daaraan is een absorptie van 0,8 toegekend. De van de 'bodem' is als absorberend opgenomen omdat het in feite de ruimte boven de hal betreft (standaard bodemfactor van 1,0).

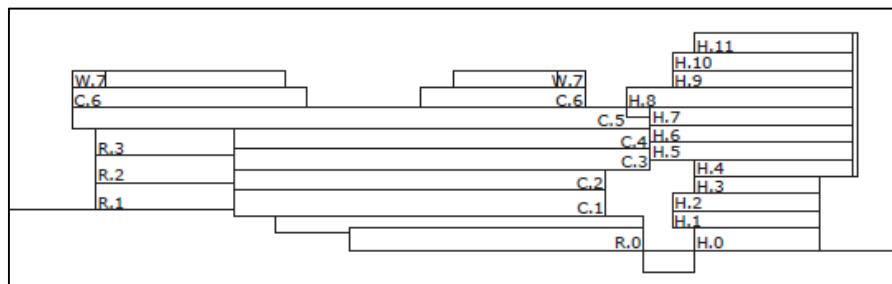
4.6. Gekanteld model toekomstige situatie

In onderstaande 'artist impression' is de toekomstige situatie van het CS weergegeven. De gebouwde omgeving is niet actueel omdat het gebouw op het Smakkelaarsveld, de rijwielflat en de kantoorgebouwen naast het Stadskantoor niet zijn weergegeven. Ook zal het Noordgebouw een andere omvang en ligging zal krijgen (zie figuren 2 en 4). Wel is te zien dat de perrons en perronkappen aan de westzijde zijn uitgebreid.



Figuur 10: Toekomstige situatie perrons

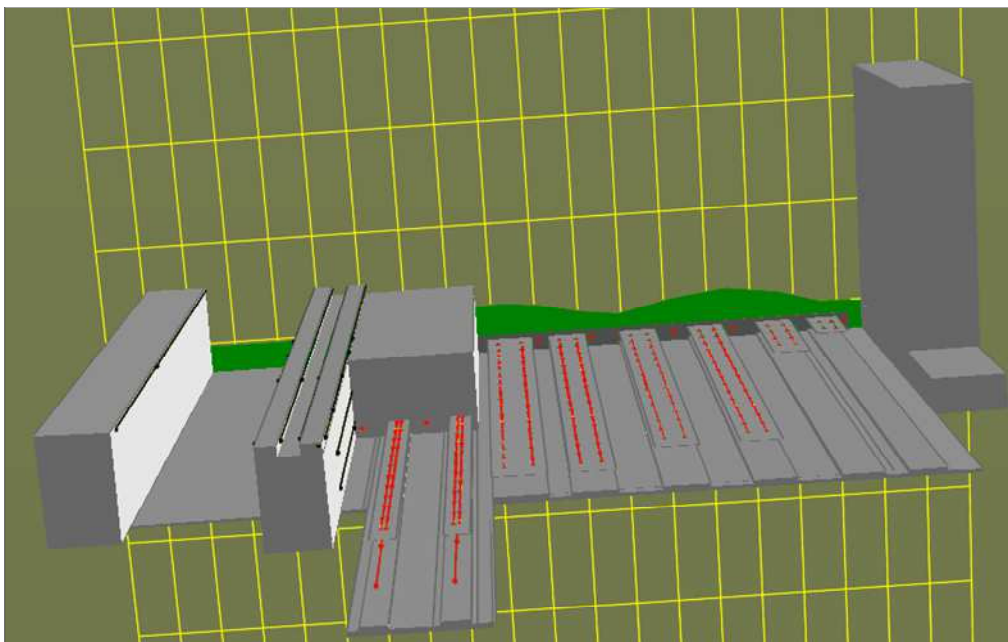
Een mogelijke uitvoering van het Noordgebouw is hierna weergegeven.



Figuur 11: Mogelijk ontwerp van het Noordgebouw met functieverdeling (zijaanzicht vanuit het oosten)

De hoogte van het Noordgebouw is volgens bovenstaande ontwerp aan de noordzijde 38 m boven het 0-peil op straatniveau. De rest van het gebouw is 2 lagen of meer minder hoog. De woonlagen zouden 31,4 m hoog worden. Omdat het 0-niveau van het gekantelde rekenmodel het vlak van de reensporen is, dat op 4 m boven het stationsplein ligt, wordt voor de hoogte van het Noordgebouw 27 m boven maaiveld ingevoerd. De meeste rekenpunten liggen op 24 m boven het maaiveld maar enkele op 14 en 4 m, omdat het bestemmingsplan de woonfunctie op alle lagen mogelijk maakt.

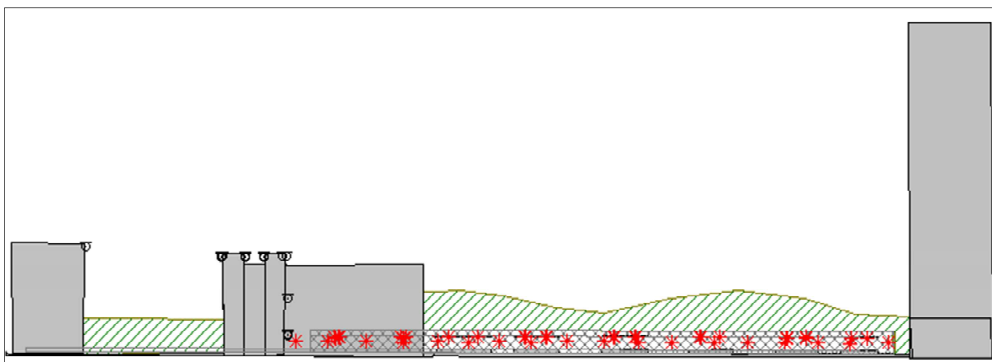
In het model voor de toekomstige situatie zijn enkele perronkappen met speakers toegevoegd en X6-speakers verdwenen. De nieuwe X6-speakers op perrons (sporen 1/2 en 3/4), die steeds per set van twee aan een mast zijn aangebracht, waren tijdens de metingen niet in gebruik maar zijn in dit model wel als actieve bronnen opgenomen. Daarbij vertegenwoordigt elke modelbron één set speakers, omdat de speakers in tegengestelde richting geluid uitstralen.



Figuur 12: Toekomstige situatie: Noordgebouw en nieuwe perrons en X6-speakers, gezien vanuit het noorden

In het rekenmodel voor de toekomstige situatie komt het Noordgebouw ten oosten (links) van de perrons, met rekenpunten op de bovenste bouwlagen (W.7) aan de zijde van het CS en op de noordgevel, op een hoogte van 31,5 m boven het niveau van de stationsstraat.

Op de hoger gelegen woonlagen van het Noordgebouw is in het ontwerp een omsloten dakterras opgenomen. Met rekenpunten op deze tussenruimte kan worden berekend wat het geluidsniveau in deze wat afgeschermd situatie zal zijn. Onderstaand is nog een 'doorsnede' van het model te zien.



Figuur 13: Toekomstige situatie: model-zijaanzicht vanuit het noorden (in het model in feite het bovenaanzicht)

4.7. Vlak rekenmodel voor de toekomstige situatie

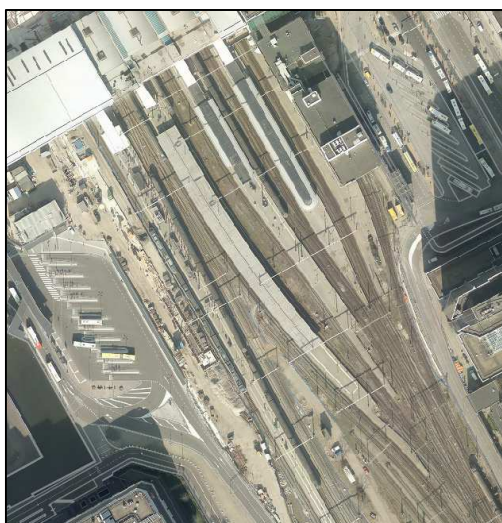
Het gekantelde model heeft enkele beperkingen waarvoor wordt gecorrigeerd moet worden met een aanvullend (derde) rekenmodel voor de toekomstige situatie. Dat model is gemaakt op de normale manier, een 'vlak model'.

Die beperkingen zijn:

1. Geen rekenpunten op de zuidgevels van het Noordgebouw (die zouden in het gebouw komen);
2. Geen inzicht in de bijdrage van omroepgeluid vanaf het zuidelijke deel van het CS
3. Geen inzicht in het effect van geluidreflectie in het toekomstige gebouw op het Smakkelaarsveld (ten noorden van het Noordgebouw)

In dit vlakke rekenmodel is de geluidsproductie van de perronspeakers opgenomen als een vlakke bron die gelijkmatig over het CS is verdeeld. Daarnaast zijn de speakers opgenomen die op perrons aan de sporen 1/2 en 3/4 buiten de perronkappen hangen. De berekende geluidsniveaus op het Noordgebouw met dit rekenmodel geven geen realistische waarden omdat de afscherming door de perronkappen niet is berekend. Maar met het model kan wel worden berekend hoeveel het geluidsniveau toeneemt door de bijdrage van het zuidelijke deel van het CS en reflectie in de toekomstige bebouwing op het Smakkelaarsveld.

In de volgende figuur is de bestaande situatie van het zuidelijke deel van het CS volgens een recente luchtfoto en het vlakke rekenmodel voor de toekomstige situatie weergegeven.



Figuur 14: Huidige situatie CS-zuid



Figuur 15: Vlakke rekenmodel van CS: oppervlaktebron

Voor het zuidelijke deel van het CS is een vlakke bron in het rekenmodel opgenomen, met hetzelfde bronvermogen per m^2 , voor de globale toekomstige geluidbijdrage van dit terrein.

Ten noorden van het Noordgebouw is in het model een gebouw op het Smakkelaarsveld te zien van 48 m hoog. Hiermee wordt het effect van reflectie dit toekomstige gebouw berekend.

5. Resultaten en conclusies

5.1. Metingen en bepalen bronniveau omroepmededelingen

Om het spectrum van het omroepgeluid van de speakers van perronkappen vast te stellen is met een geluidmeter van B&K (type 2250) een meting op een referentiepunt op het perron uitgevoerd.

Het gemeten LAeq was 63,9 dB(A) na correctie voor stoorgeluid. Dit is in eerst instantie voor het bronniveau van de speakers in perronkappen ingevoerd in het gekantelde model voor de huidige situatie. Deze model-waarde is vervolgens gecorrigeerd aan de hand van de geluidmetingen die, deels met een geluidmeter van B&K type 2236 D-002, op drie referentiepunten zijn uitgevoerd. Dit resulteerde in een bronvermogen van 82,3 dB(A) per deelbron.

Het omroepgeluid van het zuidelijke deel van het emplacement is niet in het rekenmodel opgenomen. De bijdrage daarvan is als verwaarloosbaar beschouwd omdat deze speakers veel verder weg liggen en bovendien worden afgeschermd door de tussen gelegen stationshal die over het spooremlacement loopt.

Het model berekent vervolgens de geluidsniveaus:

Naam	Omschrijving	LAeq
meetpt.1_A	meetpunt 9-3-15 perron spoor 5/7	61,8
meetpt.2_A	meetpunt 9-3-15 buurtspoor 1/2	58,5
MEETpunt_A	17-3-15 meting 5 m hoogte	60,0

De rekenresultaten zijn samen met de gemeten niveaus op drie referentiepunten weergegeven onderstaande tabel (dagperiode).

Meetpunt	Hoogte boven perron	Berekend dB(A)	Gemeten dB(A)	Verskil dB
meetpunt 1 sporen 5/7	1,5 m	62,7	61,8	-0,9
meetpunt 2 sporen 1/2	1,5 m	57,7	58,5	+0,8
meetpunt 3 platform	10,3 m	60,7	60,0	-0,7

Het rekenmodel reproduceert hiermee de geluidsniveaus die op drie locaties op korte afstand van het 'brongebied' zijn gemeten met een nauwkeurigheid van 1 dB.

Dit model is gebruikt om, in de nieuwe situatie van het emplacement, het geluidsniveau te berekenen op de gevels van het Noordgebouw dat boven en naast het platform komt te staan.

Met dit gekantelde model is ook het huidige geluidsniveau op de gevels van appartementen boven het Gildenkwartier berekend:

Naam	Omschrijving	Dag
Gildenkw._A	Appartementen Gildenkw. Zuid 30 m hoog	52,2
Gildenkw._A	Appartementen Gildenkw. Noord 30 m hoog	51,3

Vanwege het tonale karakter van een deel van de omroepmededelingen wordt nog 1 dB opgeteld. In de representatieve bedrijfssituatie met 5,5 uur mededelingen overdag is het beoordelingsniveau 50 en 49 dB(A). Op de drukste dag (6,9 uur mededelingen) kan dit niveau nog 1 dB hoger zijn zodat deze niveaus dan 1 dB boven de standaardgrenswaarde van het Activiteitenbesluit liggen.

5.2. Rekenresultaten gekanteld model: Noordgebouw

Met het voorgaande rekenmodel is een rekenmodel gemaakt voor de toekomstige situatie met Noordgebouw, volgens de uitgangspunten die zijn genoemd in hoofdstuk 4.

Op de gevels van het Noordgebouw zijn enkele rekenpunten gelegd die overeenkomen met rekenpunten in het geluidsonderzoek naar het geluid van het rangeeremplacement. De rekenhoogte is 24 m behalve bij de punten 'Noordgebouw 113 m' en 'Noordgebouw 180 m', waarvoor ook op 4 m en 14 m is gerekend. De aanduiding '113 m' en 180 m' geeft de horizontale afstand aan tussen het rekenpunt en de noordzijde van de stationshal. De ligging van de rekenpunten is te zien in onderstaande figuren.



Figuur 16: Rekenpunten in het model voor omroepgeluid (links) en wegverkeerslawaai (rechts)

De rekenresultaten zijn hieronder weergegeven ('afstand' = afstand van rekenpunt tot Stationshal):

Naam	Omschrijving	afstand	Dag	Avond	Nacht
binnen O_A	Noordgebouw 24 m binnenz. Oost	139,00	31,5	31,6	26,6
binnen W_A	Noordgebouw 24 m binnenz. West	139,00	33,6	33,6	28,7
Gildenkw._A	Appartem. Gildenkw.Noord 30 m hg	195,00	40,9	41,0	36,0
Gildenkw_A	Appartem. Gildenkw.Zuid 30 m hg	120,00	33,3	33,4	28,4
noordzijde_A	Noordgebouw 24 m noordgevel	216,00	52,3	52,3	47,4
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	208,00	53,7	53,8	48,8
spoorzijde_A	Noordgebouw 4 m spoorzijde	180,00	55,7	55,8	50,8
spoorzijde_A	Noordgebouw 14 m spoorzijde	180,00	53,9	53,9	49,0
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	180,00	53,2	53,2	48,2
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	139,00	52,9	52,9	48,0
spoorzijde_A	Noordgebouw 4 m spoorzijde	113,00	59,5	59,6	54,6
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	107,00	49,7	49,7	44,8
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	87,00	36,1	36,2	31,2
stadszijde_A	Noordgebouw 24 m stadszijde	139,00	35,0	35,1	30,1

De rekenpunten met niveaus die overdag hoger zijn dan 50 dB(A) staan in het grijze vak. Het zijn uitsluitend de gevels aan de spoorzijde en noordzijde.

De geluidsniveaus zijn nog geen beoordelingsniveaus omdat moeten hierop eerst nog enkele correcties moeten worden uitgevoerd (zie 5.3), zoals vanwege de geringere geluidsproductie in de avond en nacht. Maar het is wel duidelijk dat op de gevels aan de stadszijde en aan het dakterras (binnenzijde) de geluidsniveaus aanzienlijk lager zijn dan 50 dB(A).

Het geluidsniveau op de gevel van het Gildenkwartier is veel lager geworden doordat het Noordgebouw het geluid van de omroepmededelingen effectief afschermt.

In de berekeningen is ook de bijdrage opgenomen van de X6-speakers op het noordelijke deel van de sporen 1 tot 4. Als de **X6-speakers niet worden gebruikt** is het geluidniveau alleen op de meest noordelijke rekenpunten aanzienlijk lager:

Naam	Omschrijving	afstand	Dag	Avond	Nacht
noordzijde_A	Noordgebouw 24 m noordgevel	216,00	42,7	42,7	37,8
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	208,00	51,0	51,0	46,1
Spoorzijde_A	Noordgebouw 4 m spoorzijde	180,00	55,2	55,3	50,3
spoorzijde_A	Noordgebouw 14 m spoorzijde	180,00	53,0	53,0	48,1
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	180,00	51,9	52,0	47,0
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	139,00	52,5	52,5	47,5
spoorzijde_A	Noordgebouw 4 m spoorzijde	113,00	59,5	59,6	54,6
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	107,00	49,2	49,3	44,3
spoorzijde_A	Noordgebouw 24 m spoorzijde	87,00	33,5	33,5	28,6

5.3. Correcties op berekende niveaus

Op de rekenresultaten van het gekantelde model moeten nog correcties worden toegepast in verband met:

1. Het terug regelen van het geluidvolume in de avond en nacht (-6 dB en -12 dB);
2. Het tonale karakter van de 'gong' aan het begin van iedere mededeling, zie 4.1: +1 dB;
3. Reflectie van het omroepgeluid in het toekomstige gebouw op het Smakkelaarsveld;
4. Bijdrage van omroepgeluid vanaf het zuidelijke deel van het emplacement;
5. Toevoeging van een toetspunt op de zuidgevel, op 24 m hoogte.

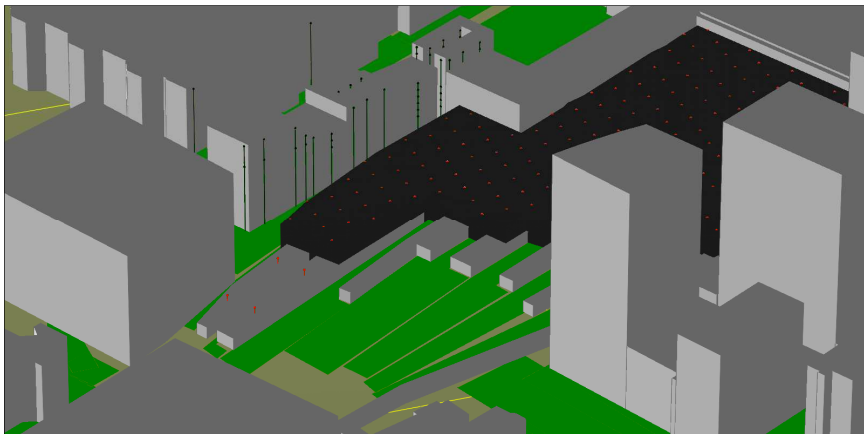
Correcties 3., 4. en 5.

De correcties voor 3. en 4. zijn gedaan met een gewoon 'vlak' model van het emplacement, zoals weergegeven in 4.6. Dit model is overigens niet geschikt om de geluidsniveaus op het Noordgebouw te bepalen omdat afscherming door perronkappen ontbreekt. Ook is de bedrijfsduur op 100 % gelaten in plaats van de bedrijfsduur in de representatieve bedrijfssituatie.

Daardoor zijn de hiermee berekende geluidsniveaus veel hoger. Dit is voor de correctie echter niet van belang omdat daarvoor alleen wordt gekeken naar het verschil (met en zonder reflectie, met en zonder zuidelijk deel van het emplacement). De correctie wordt toegepast op het gekantelde model.

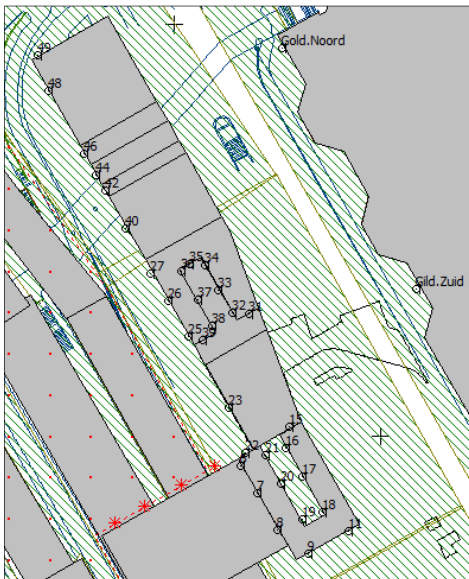
Wel is ook dit 'vlakke' geluidmodel gecalibreerd aan de hand van de metingen op de drie meetpunten.

Een 3D-weergave van dit vlakke model is in figuur 17 te zien, waarbij links de bebouwing op het Smakkelaarsveld te zien is en rechts het omroepgeluid van het emplacement (zwart, rode punten) met Noordgebouw.



Figuur 17: 3D-weergave van het 'vlakke rekenmodel', zichtlijn vanuit het westen, toekomstige situatie

De puntnummers van rekenpunten in dit vlakke rekenmodel zijn te vinden in onderstaande figuur.



Figuur 18: Rekenpunten in het model voor wegverkeerslawaai

Ad 3: Reflectie in de bebouwing Smakkelaarsveld

Een berekening **zonder** het gebouw op het Smakkelaarsveld laat de volgende geluidniveaus zien:

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	
49_E	Noordgebouw NOORDGEVEL	25,00	55,1	Totaal
Groep	X6 speakers perrons sporen 1-4		52,0	
Groep	speakers onder perronkappen noord		52,0	
Groep	speakers onder perronkappen zuid		25,6	
48_E	Noordgebouw SPOORZIJDE	25,00	61,4	Totaal
Groep	X6 speakers perrons sporen 1-4		51,6	
Groep	speakers onder perronkappen noord		60,9	
Groep	speakers onder perronkappen zuid		42,5	
25_F	Noordgebouw SPOORZIJDE	25,00	62,8	Totaal
Groep	X6 speakers perrons sporen 1-4		44,8	
Groep	speakers onder perronkappen noord		62,7	
Groep	speakers onder perronkappen zuid		43,7	

Een berekening **met** het gebouw op het Smakkelaarsveld laat de volgende geluidniveaus zien:

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Totaal
<u>49_E</u>	<u>Noordgebouw NOORDGEVEL</u>	<u>25,00</u>	<u>57,3</u>	
Groep	X6 speakers perrons sporen 1-4		52,1	
Groep	speakers onder perronkappen noord		55,7	
Groep	speakers onder perronkappen zuid		38,2	
<u>48_E</u>	<u>Noordgebouw SPOORZIJDE</u>	<u>25,00</u>	<u>62,0</u>	<u>Totaal</u>
Groep	X6 speakers perrons sporen 1-4		52,1	
Groep	speakers onder perronkappen noord		61,4	
Groep	speakers onder perronkappen zuid		43,8	
<u>25_F</u>	<u>Noordgebouw SPOORZIJDE</u>	<u>25,00</u>	<u>62,9</u>	<u>Totaal</u>
Groep	LC1 speakers perrons sporen 1-4		44,6	
Groep	speakers onder perronkappen noord		62,8	
Groep	speakers onder perronkappen zuid		44,5	

De conclusie is dat op de noordgevel het totale geluidniveau 2,2 dB hoger wordt, voornamelijk door reflectie van de speakers onder de perronkappen (+3,7 dB). De X6-speakers op perrons aan de sporen 1-4 reflecteren hier nauwelijks (+0,1 dB).

Als de X6-speakers wel worden gebruikt is de toename door reflectie in het gebouw op het Smakkelaarsveld geringer. Deze X6-speakers liggen noordelijker en reflecteren bijna niet in dat gebouw (zie fig.17).

De bijdragen in het gekantelde model zijn:

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag	Avond	Nacht
<u>noordzijde_A</u>	<u>Noordgebouw 24 m noordgevel</u>	<u>216,00</u>	<u>52,3</u>	<u>52,3</u>	<u>47,4</u>
Groep	overige speakers		42,7	42,7	37,8
Groep	speakers X6 aan paal		51,8	51,8	46,9

Doordat de bijdrage van de 'overige speakers' 3,7 dB toeneemt en die van de X6-speakers 0,1, zal het totale geluidniveau **0,7 dB** toenemen.

Als de X6-speakers **niet** worden gebruikt is op de noordgevel de toename door reflectie **3,7 dB**.

Op gevels aan de spoorzijde, bij het noordelijkste rekenpunt (op 208 m afstand van de stationshal), is de toename door reflectie maar **0,5 dB voor alle speakers**.

Op 139 m afstand van de stationskap is de toename nihil (0,1 dB).

Het geluidniveau van de rekenpunten op de noordgevel en de spoorzijde dat onder 5.2 met het gekantelde model is berekend, is hiervoor als volgt gecorrigeerd:

- Op de noordgevel werd 52,5 dB(A) berekend, daarbij is 0,9 dB opgeteld;
- Zonder X6-speakers werd daar 44,1 dB(A) berekend, daarbij is 3,7 dB opgeteld;
- Op het rekenpunt 'spoorzijde op 208 m' is 0,5 dB opgeteld, zowel met als zonder X6-speakers, op de overige punten aan de spoorzijde geen correctie.

Ad 4: Bijdrage van omroepgeluid CS-zuid

Uit berekening op rekenpunt 9_F, op 25 m hoogte aan de zuidgevel van het Noordgebouw, blijkt dat daar de **bijdrage van het zuidelijke deel** van het emplacement 13,1 dB lager is dan van het noordelijke deel:

Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag
<u>9_F</u>	<u>Noordgebouw zuidgevel</u>	<u>25,00</u>	<u>57,5</u>
Groep	galmveld perrons onder hal		40,7
Groep	galmveld perrons onder Noordgebouw		20,0
Groep	LC1 speakers perrons sporen 1-4		26,1
Groep	speakers onder perronkappen noord		57,2
Groep	speakers onder perronkappen zuid		44,1

Bij de andere rekenpunten is dit verschil nog groter. Deze bijdrage van het zuidelijke deel van het emplacement kan worden verwaarloosd.

Ad5: Extra rekenpunt op de zuidgevel

Ook blijkt dat het **geluidsniveau** van omroepmededelingen op het punt 9_F op de **zuidgevel** circa 0,2 dB lager is dan op punt 8_F aan de spoorzijde, dat op 87 m afstand van de stationshal ligt:

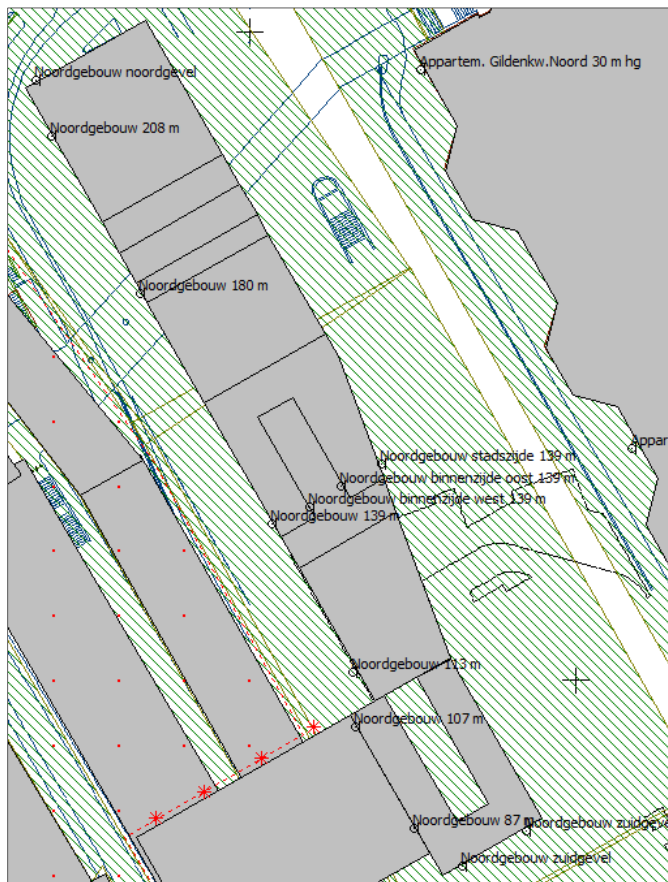
Naam	Omschrijving	Hoogte	Dag
<u>8_F</u>	<u>Noordgebouw 87 m</u>	<u>25,00</u>	<u>57,7</u>
Groep	galmveld perrons onder hal		40,2
Groep	galmveld perrons onder Noordgebouw		28,6
Groep	LC1 speakers perrons sporen 1-4		41,7
Groep	speakers onder perronkappen noord		57,3
Groep	speakers onder perronkappen zuid		43,6

In werkelijkheid is door afscherming de bijdrage van de speakers onder de perronkappen veel lager dan berekend met dit 'vlakke model'. Omdat de bijdrage van de LC1-speakers op punt 9_F aanzienlijk lager is dan op 8_F en dit verschil in werkelijkheid sterker zal doorwerken, zal het verschil op het totaal wat groter zijn dan 0,2 dB.

Aan de rekenresultaten is een beoordelingspunt 'zuidgevel' toegevoegd met een geluidsniveau dat niettemin 0,2 dB lager is dan wat is berekend met het gekantelde model. Dit zal een geringe overschatting van het geluidniveau op dit punt zijn.

5.4. Beoordelingsniveaus en conclusies

De toetspunten zijn hieronder nog eens weergegeven:



Figuur 19: Rekenpunten in het model voor omroepgeluid

Met alle correcties ontstaan de volgende afgeronde beoordelingsniveaus, 4 m en 24 m boven spoor, in de representatieve bedrijfssituatie (op de drukste dag kan het geluidniveau nog 1 dB hoger zijn):

Incl. X6-speakers	overschrijding in dB								
				toets aan Activiteitenbesluit			Toets aan referentieniveau		
Rekenpunt	dag	avond	nacht	dag	avond	nacht	dag	avond	nacht
Op 24 m hoogte:				50	45	40	50	47	42
Noordgevel 216 m	54	48	37	4	3	-	4	1	-
Spoorzijde 208 m	55	49	38	5	4	-	5	2	-
Spoorzijde 180 m	54	48	37	4	3	-	4	1	-
Spoorzijde 139 m	54	48	37	4	3	-	4	1	-
Spoorzijde 107 m	51	45	34	1	-	-	1	-	-
Spoorzijde 87 m	37	31	20	-	-	-	-	-	-
Op 4 m hoogte:							4 m: hoger referentieniveau		
Spoorzijde 180 m	57	51	40	7	6	-	7	4	-
Spoorzijde 113 m	61	55	44	11	10	4	11	8	-

De rekenpunten aan de stadszijde, zuidzijde en aan de binnenzijde zijn niet weergegeven omdat daar de geluidsniveaus ruim beneden de toetswaarden liggen.

De invloed van de X6-speakers op de twee oostelijke perrons (sporen 1-4) wordt duidelijk in onderstaande tabel met geluidniveau zonder de bijdrage van deze speakers.

Excl. X6-speakers	overschrijding in dB								
				toets aan Activiteitenbesluit			Toets aan referentieniveau		
Rekenpunt	dag	avond	nacht	dag	avond	nacht	dag	avond	nacht
Op 24 m hoogte:				50	45	40	50	47	42
Noordgevel 216 m	47	41	31	-	-	-	-	-	-
Spoorzijde 208 m	53	47	36	3	2	-	3	-	-
Spoorzijde 180 m	53	47	36	3	2	-	3	-	-
Spoorzijde 139 m	54	48	37	4	3	-	4	1	-
Spoorzijde 107 m	50	44	33	-	-	-	-	-	-
Spoorzijde 87 m	35	29	18	-	-	-	-	-	-
Op 4 m hoogte:							4 m: hoger referentieniveau		
Spoorzijde 180 m	56	50	39	6	5	-	6	3	-
Spoorzijde 113 m	61	55	44	11	10	4	11	8	2

De resultaten samengevat:

- Uit de berekeningen blijkt dat het omroepgeluid op de naar het spoor gerichte gevels en op de noordgevel van het Noordgebouw boven de toetswaarden ligt;
- In de representatieve situatie doen zich overschrijdingen voor tot 5 dB op 24 m hoogte in de dagperiode;
- In de avondperiode is de overschrijding van de grenswaarde van het Activiteitenbesluit 5 dB en de maximale overschrijding van het referentieniveau 3 dB;
- De meest zuidelijke gevels aan de spoorzijde hebben grotendeels een geluidniveau dat niet boven de toetswaarden ligt ('Noordgebouw 107 m' tot 'Noordgebouw 87 m');
- In de maximale situatie kan het beoordelingsniveau nog 1 dB hoger zijn dan in de representatieve situatie;
- Op lager gelegen delen van de gevels aan de spoorzijde zijn er overschrijdingen tot 11 dB die deels worden veroorzaakt door galm vanuit de ruimte met perrons onder het noordgebouw;
- Op de gevels die aan de stadskant of de zuidkant liggen en op de binnengevels op de bovenste verdieping is het beoordelingsniveau ruim lager dan de toetswaarden.

Conclusies:

1. Door middel van geluidmetingen en een rekenmodel is het mogelijk om het langtijdgemiddelde geluidniveau van omroepmededelingen op CS Utrecht in de omgeving te berekenen in de representatieve de maximale situatie met een nauwkeurigheid van circa 1 dB;
2. De rekenresultaten zijn getoetst aan een prognose van het referentieniveau en grenswaarden van het Activiteitenbesluit;
3. Vanwege omroepgeluid zijn woningen in het Noordgebouw aan de spoorzijde en noordzijde alleen mogelijk met speciale bouwkundige uitgangspunten en voorwaarden, zoals dove gevels (zonder te openen delen, zie 3.1) of vliesgevels aan die zijde en het creëren van een geluidluwe zijde aan andere kant van de woningen;
4. Hierdoor en vanwege eisen i.v.m. wegverkeerslawaai zal in praktijk woningbouw alleen op de bovenste bouwlagen tot de mogelijkheden horen;
5. In het bestemmingsplan kan in regels de voorwaarde voor een bouwplan worden opgenomen dat het beoordelingsniveau L_A,L_T als gevolg van omroepgeluid op woninggevels van het plan niet de grenswaarden van het Activiteitenbesluit mag overschrijden; bij een bouwaanvraag zal een geluidsonderzoek dan uitsluitsel moeten geven over de inpasbaarheid.

Bijlage 1 Tijdsduur omroepmededelingen

Dagperiode (7 tot 19 uur):

Datum	aantal mededelingen	aantal per dag	totaal seconden	per dag	uren	sec/mededel.	Cb (dB)		
<i>Etmaal</i>	<i>45873</i>	<i>254,85</i>	<i>1455592</i>	<i>8086,62</i>	<i>2,25</i>	<i>31,7</i>			
1-2-2015		777	1e	24898	6,92	32,0	-2,39	0,576	dus 58%
13-9-2014		719	2e	23086	6,41	32,1			
20-12-2014		702	3e	22294	6,19	31,8			
21-12-2014		665	4e	21798	6,06	32,8			
29-11-2014		628	5e	21510	5,98	34,3			
22-11-2014		643	6e	21407	5,95	33,3			
5-10-2014		596	7e	19953	5,54	33,5	-3,35	0,462	dus 46%
11-10-2014		608	8e	19837	5,51	32,6	scheelt met 13e dag 0,27 dB		
12-10-2014		587	9e	19632	5,45	33,4			
4-10-2014		599	10e	19507	5,42	32,6			
10-1-2015		541	11e	19473	5,41	36,0			
27-9-2014		577	12e	19128	5,31	33,2			
23-11-2014		558	13e	18756	5,21	33,6	-3,62	0,43	dus 43%
30-11-2014		574		18731					
6-12-2014		558		18174					
11-1-2015		520		18114					
8-11-2014		560		17971					
25-10-2014		588		17467					
7-2-2015		541		17078					
18-10-2014		551		17048					
14-9-2014		580		16701					
21-9-2014		507		16463					

Dagen met minste omroepmededelingen

20-11-2014		80		2616	0,73			
3-3-2015		84		2494	0,69			
3-1-2015		93		2384	0,66			
2-1-2015		79		2357	0,65			
29-9-2014		93		2353	0,65			
12-11-2014		89		2313	0,64			
11-2-2015		84		2066	0,57			
13-11-2014		62		2001	0,56			
10-2-2015		67		1997	0,55			
26-9-2014		66		1923	0,53			
26-11-2014		56		1886	0,52			
4-1-2015		62		1884	0,52			
17-2-2015		59		1648	0,46			
4-3-2015		50		1326	0,37			

Avondperiode (19 tot 23 uur):

Datum	AVOND aantal mededel.	per dag	AVOND seconden	per dag	uren	sec/mededeling	Cb (dB)		
<i>Etmaal seconden</i>	<i>15860</i>	<i>88</i>	<i>534005</i>	<i>2966,6944</i>	<i>0,82</i>	<i>33,67</i>			
1-2-2015		254	1e	8290	2,30	32,64	-2,40	0,576	dus 58 %
13-9-2014		221	2e	7482	2,08	33,86			
5-10-2014		219	3e	7277	2,02	33,23			
11-1-2015		204	4e	7054	1,96	34,58			
21-12-2014		207	5e	7036	1,95	33,99			
30-11-2014		197	6e	6757	1,88	34,30			
20-12-2014		209	7e	6753	1,88	32,31	-3,29	0,469	dus 47 %
22-11-2014		193	8e	6704	1,86	34,74	scheelt met 13e dag 0,31 dB		
23-11-2014		198	9e	6679	1,86	33,73			
29-11-2014		197	10e	6664	1,85	33,83			
12-10-2014		194	11e	6510	1,81	33,56			
10-1-2015		172	12e	6392	1,78	37,16			
8-11-2014		191	13e	6291	1,75	32,94	-3,53	0,44	dus 44%
15-11-2014		170		6011					
4-10-2014		182		6006					
21-9-2014		178		5966					
28-9-2014		183		5868					
9-11-2014		168		5858					
14-9-2014		193		5837					
6-12-2014		170		5766					

12-12-2014		30		785				
31-10-2014		28		764				
18-9-2014		24		755				
2-1-2015		22		738				
10-2-2015		20		734				
5-2-2015		22		716				
3-1-2015		21		668				
1-1-2015		17		575				
12-2-2015		18		474				
21-1-2015		19		465				
11-2-2015		13		450				
4-2-2015		8		220	0,06			

Nachtperiode (23 tot 7 uur):

Datum	NACHT aantal mededel	per dag	NACHT sec	per dag	uren	Cb (dB)		
Etmaal	12172	68	408082	2267,1	0,63			
29-11-2014		139	1	4873	1,35	-7,72	0,169	dus 17 %
25-11-2014		112	2	4572	1,27			
21-9-2014		118	3	4340	1,21			
30-11-2014		119	4	4286	1,19			
10-12-2014		122	5	4153	1,15			
1-12-2014		124	6	4149	1,15			
21-12-2014		118	7	4000	1,11	-8,57	0,139	dus 14%
10-1-2015		118	8	3917	1,09	scheelt met 13e dag 0,30dB		
15-11-2014		105	9	3914	1,09			
1-10-2014		110	10	3791	1,05			
23-11-2014		123	11	3781	1,05			
13-9-2014		118	12	3749	1,04			
9-9-2014		108	13	3733	1,04	-8,87	0,13	dus 13%
15-10-2014		112		3679				
29-1-2015		109		3662				
15-12-2014		112		3630				
25-10-2014		112		3602				
22-11-2014		103		3575				
11-10-2014		102		3531				

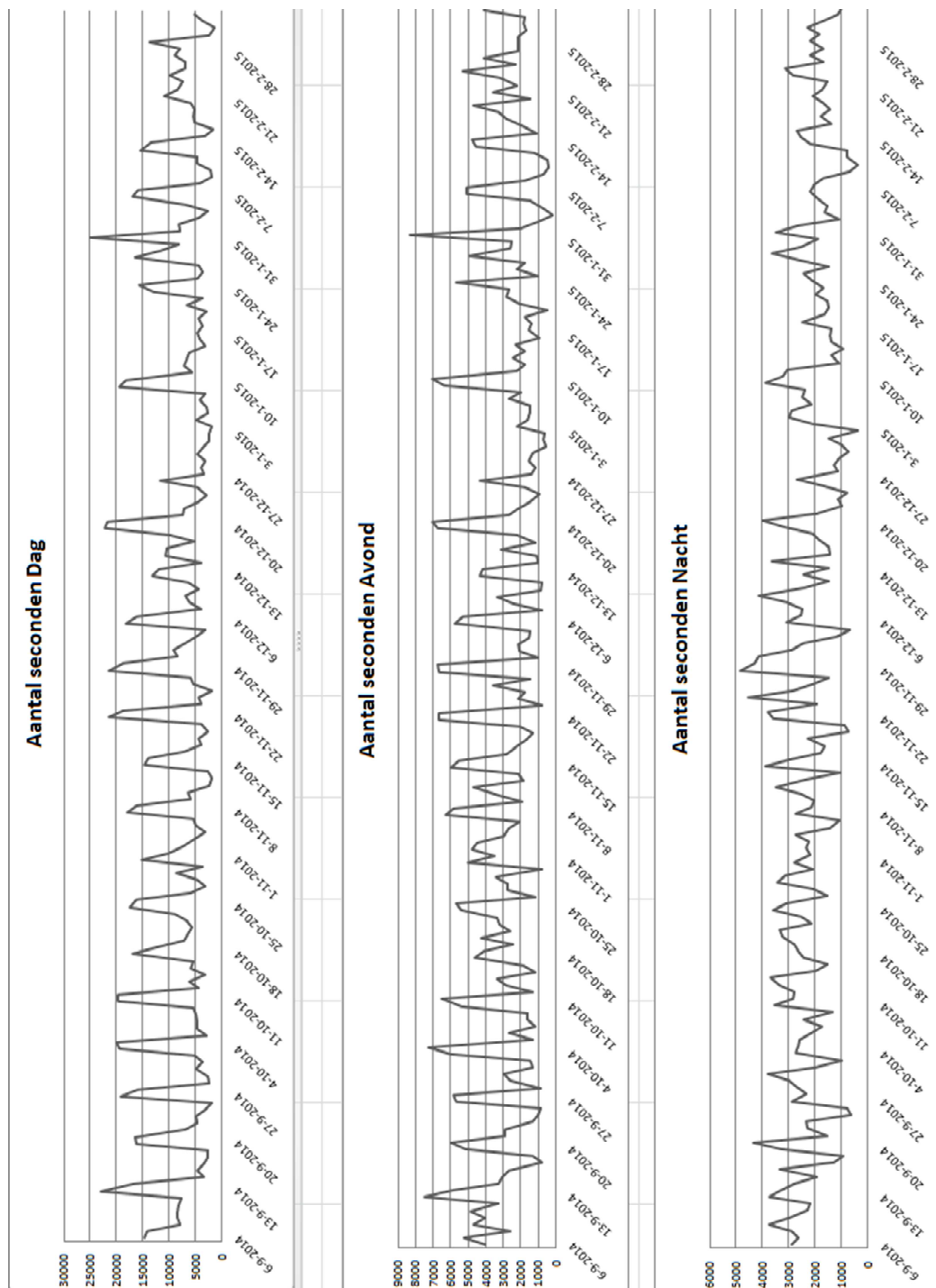
Nachten met minste omroepmededelingen:

1-1-2015		29		999				
23-12-2014		31		995				
6-3-2015		40		985				
19-9-2014		27		928				
15-1-2015		27		910				
21-11-2014		26		901				
26-9-2014		24		804				
25-12-2014		24		788				
13-2-2015		26		783				
12-2-2015		26		762				
20-11-2014		22		754				
31-12-2014		22		748				
5-12-2014		21		704				
10-2-2015		20		669				
25-9-2014		18		609				
11-2-2015		14		378				
3-1-2015		11		369	0,10			

Berekening van de correctie voor tonaal geluid voor een gemiddelde mededelingsduur:

Omroepmededeling incl. jingle :	duurt gemiddeld 33,67 sec (avond).	Jingle duurt 4 sec.
tonaal karakter: straffactor 5 dB	Plus 5 dB komt overeen met vermenigvuldigingsfactor 3,15.	
	3,15 x 4 sec = 12,6 sec i.p.v. 1 x 4 sec jingle	
	er komt 8,6 sec. bovenop het totaal van 33,7 sec.: 42,3 sec.	
$10\log(42,6/33,7)=1,0$ dB	Toename van 1,0 dB	

Bijlage 2 Statistiek omroeptijdsduur





Gesorteerd op totale duur mededelingen per dag, avond en nacht.

Bijlage 3 Rekenmodellen

Gekanteld model HUIDIG:

Bronnen										
naam	omschrijving	hoogte	Maaiveld	Hdef	Type	Richt.	Hoek	Cd	Ca	Cn
speaker	speaker	110	0	Relatief	Normale puntbron	0	360	0	0	0
Kapspeaker	speaker onder perronkappen	210	0	Relatief	Normale puntbron	0	360	0	0	0
speaker X6	speakers type X6 van Elomet sporen 18/16	34	0	Relatief	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	0,1	0	Relatief	Normale puntbron	0	360	0	0	0

Bronnen				Bronvermogen excl. reductie								
naam	Geen refl.	Geen demp.	Geen proces	31 Hz	62 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
speaker	Ja	Nee	Nee	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4
Kapspeaker	Ja	Nee	Nee	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4
speaker X6	Nee	Nee	Nee	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4
onder hal	Nee	Nee	Nee	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4

Bronnen	reductie								
naam	31 Hz	62 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
speaker	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7
Kapspeaker	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7
speaker X6	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4
onder hal	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21

Bodemgebieden			
naam	omschrijving		Bf
onder hal	perrons onder stationshal: absorberend		1
stationhal	stationshal boven: reflecterend		0,2
Hoog Carth	Verbindingsgebouw met station: reflecterend		0,2

Objecten					
naam	omschrijving	hoogte	maaiveld	Hdef	Cp
perrons	perrons en sporen	185	0	Relatief	0 dB
buurtsp.	Perrons Buurtsporen verlengd	282	0	Relatief	0 dB
Platform	Platform boven perrons	107	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	282	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	282	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB

ballast	Ballastbed absorberend	282	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB
Gildenkwa	Gildenkwa	201	0	Relatief	0 dB
StadsKant	StadsKantoor	82	0	Relatief	0 dB
gebouwen W	Lagere gebouwen West	120	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 1 / 2	228	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 3 / 4	228	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 14 / 15	40	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 11 / 12	158	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 8 / 9	178	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 5 / 7	178	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 18 / 19	18	0	Relatief	0 dB

Objecten	Reflectiefactor								
naam	31 Hz	62 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
perrons	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
buurtsp.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Platform	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Gildenkwa	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
StadsKant	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
gebouwen W	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Rekenpunten					
naam	omschrijving	maaiveld hoogte	maaiveld	Hdef	Geen gevelreflectie
meetpunt 2	meetpunt 9-3-15 buurtspoor 1 / 2	0	Relatief	245	Ja
meetpunt 1	meetpunt 9-3-15 perron sporen 5 / 7	0	Relatief	195	Ja
meetpunt 3	17-3-15 meting 12.50 uur, 5 m hoogte	0	Relatief	104	Ja
Gildenkw	Appartementen Gildenkw. 30 m hoog	0	Relatief	120	Ja
Gildenkw.	Appartementen Gildenkw. 12 m hoog	0	Relatief	120	Ja

Gekanteld model TOEKOMST:

Bronnen										
naam	omschrijving	hoogte	Maai veld	Hdef	Type	Richt	Ho ek	Cd	Ca	Cn
speaker X6	speaker type X6 van Elomet perron sporen 1/2	231	0	Relatief	Normale puntbron	0	360	3,35	3,29	8,27
Kap speaker	speaker onder perron kappen	110	0	Relatief	Normale puntbron	0	360	3,35	3,29	8,27
speaker X6	speaker type X6 van Elomet perron sporen 1/2	23	0	Relatief	Normale puntbron	0	360	3,35	3,29	8,27
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	0,1	0	Relatief	Normale puntbron	0	360	3,35	3,29	8,27
onder Ngeb	Galm van speakers op perrons onder Noordgeb.	108	0	Relatief	Normale puntbron	0	360	3,35	3,29	8,27

Bronnen				Bronvermogen excl. reductie								
naam	Geen refl.	Geen demp.	Geen proces	31 Hz	62 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
speaker X6	Nee	Nee	Nee	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4
Kap speaker	Ja	Nee	Nee	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4
speaker X6	Nee	Nee	Nee	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4
onder hal	Nee	Nee	Nee	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4
onder Naeb	Nee	Nee	Nee	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4

Bronnen	Reductie								
naam	31 Hz	62 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
speaker X6	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4
Kap speaker	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7	-20,7
speaker X6	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4	-26,4
onder hal	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8
onder Ngeb	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8	-18,8

Bodemgebieden		
naam	omschrijving	Bf
onder hal	perrons onder stationshal: absorberend	1
stationhal	stationshal boven: reflecterend	0,2
Hoog Carth	Verbindingsgebouw met station: reflecterend	0,2

Objecten					
naam	omschrijving	hoogte	maaiveld	Hdef	Cp
perrons	perrons en sporen	185	0	Relatief	0 dB
Noordgeb.	Noordgebouw ten oosten van de sporen	216	0	Relatief	0 dB
Noordgeb.W	U vormige opbouw West	216	0	Relatief	0 dB
Noordgeb.O	U vormige opbouw Oost	216	0	Relatief	0 dB
buurtsp.	Perrons Buurtsporen verlengd	282	0	Relatief	0 dB
platform	Platform en Noordgebouw boven perrons	107	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	282	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	282	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	282	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB
ballast	Ballastbed absorberend	182	0	Relatief	0 dB
Gildenk	Gildenkwartier	201	0	Relatief	0 dB
StadsKant	StadsKantoor	82	0	Relatief	0 dB
gebouwen W	Lagere gebouwen West	120	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 1/2	228	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 3/4	228	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 14/15	158	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 11/12	158	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 8/9	178	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 5/7	178	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 18/19	50	0	Relatief	0 dB
Noordgeb.Z	Noordgebouw zuidelijk deel over de sporen	108	0	Relatief	0 dB
Perronkap	Perronkap spoor 20/21 toekomst	25	0	Relatief	0 dB

Objecten	Reflectiefactor								
naam	31 Hz	62 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
perrons	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Noordgeb.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Noordgeb.W	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Noordgeb.O	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
buurtsp.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
platform	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ballast	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Gildenk	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
StadsKant	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
gebouwen W	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Noordgeb.Z	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Perronkap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Rekenpunten					
naam	omschrijving	Maaiveld hoogte	maaiveld	Hdef	Geen gevelreflectie
stadszijde	Noordgebouw 24 m stadszijde	0	Relatief	139	Ja
stadszijde	Noordgebouw 24 m stadszijde	0	Relatief	208	Ja
stadszijde	Noordgebouw 24 m stadszijde	0	Relatief	87	Ja
stadszijde	Noordgebouw 24 m stadszijde	0	Relatief	107	Ja
spoorzijde	Noordgebouw 24 m spoorzijde	0	Relatief	208	Ja
spoorzijde	Noordgebouw 4 m spoorzijde	0	Relatief	113	Ja
spoorzijde	Noordgebouw 24 m spoorzijde	0	Relatief	139	Ja
spoorzijde	Noordgebouw 24 m spoorzijde	0	Relatief	87	Ja
spoorzijde	Noordgebouw 24 m spoorzijde	0	Relatief	107	Ja
Spoorzijde	Noordgebouw 4 m spoorzijde	0	Relatief	180	Ja
spoorzijde	Noordgebouw 24 m spoorzijde	0	Relatief	180	Ja
spoorzijde	Noordgebouw 14 m spoorzijde	0	Relatief	180	Ja
noordzijde	Noordgebouw 24 m noordgevel	0	Relatief	216	Ja
Gildenk.	Appartem. Gildenk. 12 m hoog	0	Relatief	120	Ja
Gildenk	Appartem. Gildenk. 30 m hoog	0	Relatief	120	Ja
binnen W	Noordgebouw 24 m binnenz. West	0	Relatief	208	Ja
binnen W	Noordgebouw 24 m binnenz. West	0	Relatief	139	Ja
binnen O	Noordgebouw 24 m binnenz. Oost	0	Relatief	139	Ja
binnen O	Noordgebouw 24 m binnenz. Oost	0	Relatief	208	Ja

Vlakke rekenmodel TOEKOMSTIG

Oppervlakte bronnen

naam	omschrijving	hoogte	maaiveld	Hdef	Type	Cd	Ca	Cn	Delta X	Delta Y	Negeer Object
kappen N	brongebied speakers CS noord huidig	4	4	Eigen waarde	F	0	0	0	10	10	Ja
kappen Z	speakers omroepmededelingen CS zuid huidig	4	4	Eigen waarde	F	0	0	0	10	10	Ja

	Lw per m2								
naam	31 Hz	62 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
kappen N	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4
kappen Z	25,1	32,8	35,55	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4

	Lw totaal								
naam	31 Hz	62 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
kappen N	68,09	75,79	78,54	80,39	100,49	104,99	96,69	87,59	82,39
kappen Z	66,82	74,52	77,27	79,12	99,22	103,72	95,42	86,32	81,12

	reductie								
naam	31 Hz	62 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
kappen N	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5
kappen Z	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5

Rekenpunten

Naam	Omschrijving	Hoogte maaiveld	A	B	C	D	E	F	Gevel
48	Noordgebouw 208 m	4 Eigen waarde	--	--	--	--	25	34	Ja
49	Noordgebouw noordgevel	4 Eigen waarde	--	--	--	--	25	34	Ja
25	Noordgebouw 139 m	4 Eigen waarde	--	--	--	--	--	25	Ja
32	Noordgebouw binnenzijde oost 139 m	4 Eigen waarde	--	--	--	--	--	25	Ja
38	Noordgebouw binnenzijde west 139 m	4 Eigen waarde	--	--	--	--	--	25	Ja
6	Noordgebouw 107 m	4 Eigen waarde	--	--	--	--	--	25	Ja
8	Noordgebouw 87 m	4 Eigen waarde	--	--	--	--	22	25	Ja
9	Noordgebouw zuidgevel	4 Eigen waarde	4	7	10	13	22	25	Ja
11	Noordgebouw zuidgevel	4 Eigen waarde	4	7	10	13	22	25	Ja
42	Noordgebouw 180 m	4 Eigen waarde	--	--	--	--	--	22	Ja
1 perron	meetpunt 9-3-15 perron 5/7	4 Eigen waarde	2,5	--	--	--	--	--	Ja
2 perron	meetpunt 9-3-15 laatste buurtspoor	4 Eigen waarde	2,5	--	--	--	--	--	Ja
32	Noordgebouw stadszijde 139 m	4 Eigen waarde	--	--	--	--	--	25	Ja
25	Noordgebouw 113 m	4 Eigen waarde	25	--	--	--	--	25	Ja

Puntbronnen

naam	omschrijving	hoogte	Maai veld	Hdef	Type	Richt.	Hoek	Cb		
								d	a	n
X6 speaker	speaker buiten perronkap perron 1/2	3,5	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
X6 speaker	speaker buiten perronkap perron 1/2	3,5	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
X6 speaker	speaker buiten perronkap perron 3/4	3,5	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
X6 speaker	speaker buiten perronkap perron 3/4	3,5	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder Ngeb	Galm van speakers op perrons onder Noordgeb.	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder Ngeb	Galm van speakers op perrons onder Noordgeb.	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder Ngeb	Galm van speakers op perrons onder Noordgeb.	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder Ngeb	Galm van speakers op perrons onder Noordgeb.	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0
onder hal	Galm van speakers op perrondelen onder de hal	3	4	Eigen waarde	Normale puntbron	0	360	0	0	0

Bijlage 4 Geluidmetingen

Metingen, op het perron, om spectrum vast te stellen.

Frequentie Hz	16	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	totaal
Leq+Lstoor dB	71	70,5	65	54,3	52	61	62,2	53,1	46,1	41,3	64,2
Lstoor dB	67,7	70,1	62,9	50,9	49,7	49	47,4	44,1	42,5	33,5	52,3
Leq-Lstoor dB	65	64,5	59	51,6	46	60,7	62	52,5	43,6	40,5	
A-weging dB	-66,7	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	LAeq
LAeq corr. dB(A)	-1,7	25,1	32,8	35,5	37,4	57,5	62	53,7	44,6	39,4	63,9

Meetpunt 1, Spoor 5/6 noord 20 m voorbij de laatste speakers in de perronkap

LAeq van stoorgeluid, zonder rijdende treinen, zonder bouwlawaai:

54,1 dB(A) in 24 sec

53,1 dB(A) in 8 sec.

LAeq van omroepgeluid incl. stoorgeluid:

63,3 dB(A) in 23 sec vrouwenstem

60,4 dB(A) in 8 sec (halve mededeling), andere vrouwenstem

60,0 dB(A) in 18 sec. mannenstem (daarna Lstoor 53,5 dB(A) in 16 sec.)

64,2 dB(A) in 6 sec. (L stoor 52,3 dB(A) in 18 sec)

Gemiddelde van alle vier metingen, bij gelijke weging (de meetduur is niet bepalend voor de duur van de omroepmededelingen): 62,3 dB(A). Na aftrek van 53 dB(A) stoorgeluid: 61,8 dB(A).

Meetpunt 2, Spoor 1/2 noord 20 m ten noorden van de laatste speakers in de perronkap:

59,5 dB(A) in 13 sec. (halve mededeling)

58,7 dB(A) in 24 sec., weinig stoorgeluid;

Gemiddelde is 59,1 dB(A). Na aftrek van 50 dB(A) stoorgeluid: 58,5 dB(A).

Meetpunt 3 op 17-3-15 na 16 uur, op 5 m boven platform.

	16 Hz	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Li dB(A)
LAeq+Lstoor	-1,5	24,9	34,8	44,5	50,2	56,4	56,1	53,4	47,2	31,5	61,0
Lstoor	-3,3	23,8	33,1	38,5	45,1	48,8	49,6	47,3	39,1	24,7	54,3
LAeq na stoortcorr.	-6,1	18,3	30,1	43,2	48,6	55,6	55,1	52,2	46,5	30,5	60,0

Galmmeting op 9-4-2015, op 2 m boven perron onder de stationshal, op 12 m afstand van de noordelijkste X6-speaker op circa 3 m hoogte.

	16	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Li dB(A)
Frequentie Hz	16	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Li dB(A)
Leq+Lstoor	14,4	28,3	39,9	46,0	58,1	65,1	62,0	60,9	52,4	37,7	68,4
Lstoor	14,8	30,2	41,7	46,9	55,6	59,2	57,1	54,3	49,2	38,4	63,3
LAeq na stoortcorr.	-	-	-	-	54,5	63,8	60,3	59,8	49,6	-	66,8

