

Zuidgebouw en CS omroepinstallatie

Geluidniveau van omroepmededelingen

rapport van de afdeling Expertise Milieu

augustus 2015

Colofon

uitgave

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

in opdracht van

Rogier Crusio
REO
Gemeente Utrecht

internet

www.utrecht.nl

rapportage

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

informatie

A.P. Noppers
030 – 28 64565

18 augustus 2015

Inhoudsopgave

1 Inleiding	4
1.1. Aanleiding.....	4
1.2. Onderzoeksopzet en conclusies	4
2 Planbeschrijving	5
3 Wettelijk kader	7
3.1. Bedrijven en milieuzonering	7
3.2. Belangen van bestaande inrichtingen	8
3.3. Het maximale momentane geluidsniveau $L_{A,Max}$	9
4 Bedrijfssituatie en rekenmodel.....	10
4.1. Bedrijfssituatie: gebruikstijden van de omroepinstallatie	10
4.2. Bedrijfssituatie: geluidssterkte van de omroepinstallatie	11
4.3. Bedrijfssituatie: locatie van de speakers op de perrons.....	11
4.4. Rekenmodellen en geluidmetingen.....	12
4.5. Gekanteld model voor toekomstige situatie	13
4.7. Vlak rekenmodel voor de toekomstige situatie.....	15
5 Resultaten en conclusies.....	16
5.1. Metingen en bepalen bronniveau omroepmededelingen	16
5.2. Rekenresultaten gekanteld model: Zuidgebouw	18
5.3. Correcties op berekende niveaus.....	21
5.4. Beoordeling en conclusies	23
Bijlage 1 Tijdsduur omroepmededelingen	24
Bijlage 2 Statistiek tijdsduur omroepmededelingen.....	27
Bijlage 3 Rekenmodellen	29

1 Inleiding

1.1. Aanleiding

De gemeente Utrecht is voornemens om direct ten zuidoosten van het Centraal Station (CS) een gebouw met onder o.a. woningen te bestemmen middels het bestemmingsplan Zuidgebouw, Stationsgebied. Onder het Zuidgebouw zal het oostelijke tramstation komen. Tevens zullen hier stadsbussen langs en onderdoor rijden.

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 met treinen die buiten de dienstregeling rijden (rangeren), de doorgaande treinsporen, HOV (inclusief tram) en de Catharijnesingel. Voor deze aspecten is een afzonderlijk onderzoeksrapport uitgebracht:

Ook het geluid van het Centraal Station (CS) is van belang aangezien het bestemmingsplan Zuidgebouw, Stationsgebied, direct grenst aan de perrons van het CS. Dit onderzoek richt zich op het geluid van de omroepinstallatie.

1.2. Onderzoekopzet en conclusies

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de resultaten van het onderzoek naar omroepgeluid dat is uitgevoerd ten behoeve van het Noordgebouw aan de oostzijde van het Centraal Station (Noordgebouw en CS omroepinstallatie, Geluidniveaus van omroepmededelingen, Rapport van de afdeling Expertise Milieu van 29 april 2015). Voor dat onderzoek zijn geluidmetingen uitgevoerd waarmee de bronvermogens van de geluidbronnen in het rekenmodel zijn gekalibreerd.

Deze bronvermogens zijn gehanteerd voor het rekenmodel van het zuidelijke deel van het CS in de toekomstige situatie waarin de nieuwe perronkappen in gebruik zijn genomen.

Voor de representatieve tijdsduur van omroepmededelingen per dag, avond en nacht is gebruik gemaakt van gegevens die door ProRail zijn verstrekt.

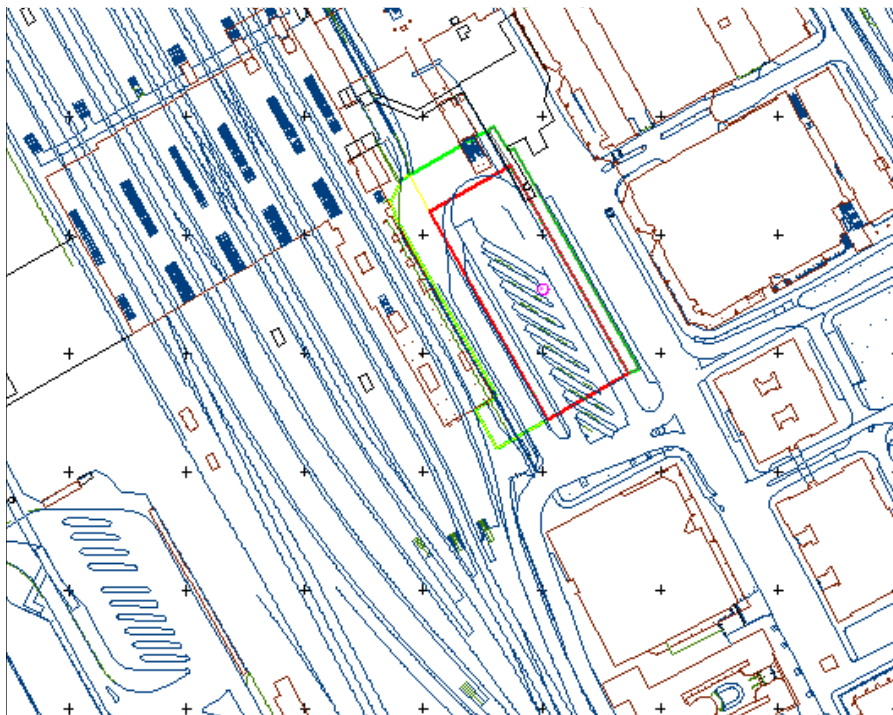
Voor het berekenen van de geluidsniveaus van omroepgeluid op de gevels van het Zuidgebouw is een rekenmodel opgesteld voor de toekomstige situatie. Op de resultaten van het hoofdmodel ('gekanteld model') zijn enkele correcties uitgevoerd met behulp van berekeningen met een extra rekenmodel.

De conclusie van het onderzoek is dat de geluidsniveaus van de omroepmededelingen op de bovenste bouwlagen van de westgevel het hoogste zijn en 2 dB of meer beneden de toetswaarde ligt. Het omroepgeluid is volgens deze prognose geen belemmering voor de woon- en leefkwaliteit van te realiseren woningen in het Zuidgebouw of voor de bedrijfsvoering van het Centraal Station Utrecht.

2 Planbeschrijving

Ter plaatse van het toekomstige tramstation aan de oostzijde van het Centraal Station (CS) is de gemeente voornemens een multifunctioneel gebouw met daarin voornamelijk woningen te realiseren. Hiervoor wordt een bestemmingsplan opgesteld.

De bestemmingen van het plan zijn in onderstaande figuur weergegeven.



De rode lijn geeft de maximale begrenzing van de bouw mogelijkheden weer, waarbij de maximale bouwhoogte 45 meter is. De groene lijn geeft de begrenzing van het bestemmingsplan weer. Buiten de rode lijn is de hoofdbestemming verkeersdoeleinden.

Het Zuidgebouw komt ten noorden van het NS-hoofdkantoor te liggen. Ten westen ervan ligt het gebouw van Laag Katreine, dat in feite boven de eerste treinsporen 4 en 5/7 met perrons staat. Ten noorden en oosten van het Zuidgebouw bevindt zich Hoog Catharijne.

De globale ligging van het Zuidgebouw ten opzichte van de omgeving in de toekomstige situatie is in navolgende 'artist's impression' te zien, gezien naar het noorden. Het Zuidgebouw is het gebouw dat in het midden ligt van deze figuur.



De daadwerkelijke vorm van het Zuidgebouw wordt pas duidelijk als er een bouwvergunning wordt aangevraagd en verleend.

Onderhavig onderzoek berekent en beoordeelt de geluidsniveaus op gevels die op grond van dit bestemmingsplan het dichtst bij de geluidbronnen (in dit geval speakers voor omroepmededelingen) van het Centraal Station kunnen worden gebouwd, tot de maximaal toelaatbare hoogte die het bestemmingsplan aangeeft.

De perronkappen worden in werkelijkheid wat anders worden uitgevoerd dan op deze figuur is weergegeven. Hierop wordt in hoofdstuk 4 nader op in gegaan.

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-involed 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.

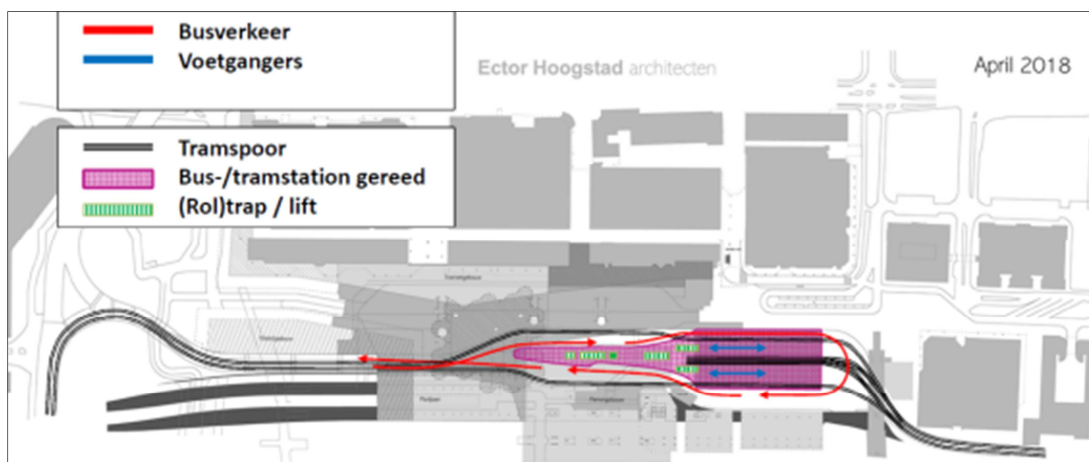
Het geluid van rijdende en wachtende treinen is onderzocht in een afzonderlijke rapportage. Het geluid van doorgaande treinen wordt niet als 'bedrijfsgeluid' gezien en wordt beoordeeld op grond van de Wet geluidhinder. Het geluid van treinen die uit de dienstregeling zijn gehaald en op het spooreplacements gaan of blijven staan worden toegerekend aan het spooreplacement, dat als een bedrijf ('inrichting') wordt beschouwd. Het onderzoek naar deze geluidbronnen is opgenomen in een afzonderlijke rapportage, zie 1.1.

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 meter echter niet realiseerbaar. In dit bestemmingsplan worden woonfuncties mogelijk gemaakt direct naast het treinstation en emplacement, op kortere afstand dan 50 meter. Voor het geluid van het emplacement heeft de gemeente Utrecht beleid gemaakt dat is vastgelegd in de Geluidnota Utrecht.

Voor de beoordeling van het geluid van het station wordt gekeken naar het langtijdgemiddelde geluidsniveau (L_A,L_T) in dB(A) in de 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_A,L_T) , op een rustige woonlocatie, 45, 40 en 35 dB(A) voor respectievelijk de dag, avond en nacht. De directe omgeving van het Zuidgebouw is echter een knooppunt voor openbaar vervoer (OVT-terminal) voor bussen (HOV) en trams waardoor het woonklimaat overeen komt met een drukke woonwijk in de stad, met een richtwaarde die 5 dB hoger is: respectievelijk 50, 45 en 40 dB(A).



Toekomstige ligging van HOV- en trambaan rond het Zuidgebouw (paars).

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

Omdat toekomstige bewoners van het Zuidgebouw 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 rangeeremplacement en het station (zoals 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 50, 45 en 40 dB(A). De houder van de inrichting is Prorail.

Deze grenswaarden worden getoetst op de gevels van bestaande woningen. Na de bouw en in gebruik name van het Zuidgebouw zullen deze grenswaarden ook gaan gelden op de gevel van die delen van het Zuidgebouw waar geluidgevoelige functies komen. Als blijkt dat de geluidsniveaus van omroepmededelingen daar hoger zijn dan de standaardgrenswaarden kan de bedrijfsvoering van het CS belemmerd worden, doordat dan de omroepinstallatie niet meer mag worden gebruikt of alleen na het treffen van geluidreducerende maatregelen, zoals 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 er in dat geval maatregelen mogelijk zijn.

Bij het beoordelen van de hinderlijkheid van een activiteit wordt doorgaans gekeken naar de 'representatieve bedrijfssituatie', dat is de maximale situatie die zich regelmatig (als grens wordt vaak 12 keer per jaar genomen) kan voor doen. 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 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'. In het eerste half jaar van 2015 blijkt het verschil in geluidproductie op de drukste dag en de 7e dag echter gering: in de dagperiode is het totaal aan omroepmededelingen op de drukste dag 7 uur en op de 7e drukste dag 5,5 uur. Dit is een verschil dat overeen komt met 1 dB. In de avond en nacht is het verschil nog wat kleiner.

Het Activiteitenbesluit kent de mogelijkheid om met een maatwerkvoorschrift aanvullende voorschriften te stellen voor geluid (middelvoorschriften) of om af te wijken van de standaardgrenswaarden voor geluid (afwijken van de 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.

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

Voor de beoordeling is ook het hoogste geluidsniveau dat zich op enig moment kan voor doen 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} daarvan in de praktijk aanzienlijk lager dan het langtijdgemiddelde geluidsniveau plus 20 dB, zodat aan dit aspect in dit onderzoek verder geen aandacht is besteed.

4 Bedrijfssituatie en rekenmodel

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 (vooral geplande werkzaamheden in weekenden) kunnen zich bijna doorlopend mededelingen voordoen.

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 7e) 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 seconde duurt. Hierop wordt een 'straffactor' van 5 dB opgeteld. Bij een gemiddelde totale duur van 30 seconde. heeft dit een 1,0 dB toename van het langtijdgemiddelde beoordelingsniveau tot gevolg.

In feite heeft de gong een wat lager geluidniveau dan de omroepmededelingen zodat dit 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 instelling heeft die NIET wordt beïnvloed door het omgevingsgeluid (van bijvoorbeeld 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 die zijn gebruikt voor dit onderzoek leiden tot een kalibratie (afstemmen op de gemeten waarden) van het opgestelde rekenmodel, waarin de geluidsproductie van de omroepmededelingen is opgenomen. Voor de avond en nacht zijn de vermelde correcties toegepast.

In de stationshal boven de perrons van CS zijn 'actieve luidsprekers' aangebracht waarvan de geluidssterkte bij iedere omroepmededeling wel af zal hangen van het op dat moment heersende geluidniveau van de omgeving. Tevoren wordt een boven- en ondergrens ingesteld, de standaard (default) is 80 dB(A) en 55 dB(A) voor de dagperiode. De stationshal is een akoestisch gesloten gebouw en de geluidsuitstraling van uit de hal naar de gevels van het Zuidgebouw is als verwaarloosbaar beschouwd en niet onderzocht.

4.3. Bedrijfssituatie: locatie van de speakers op de perrons

In de toekomstige 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 meter. 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)

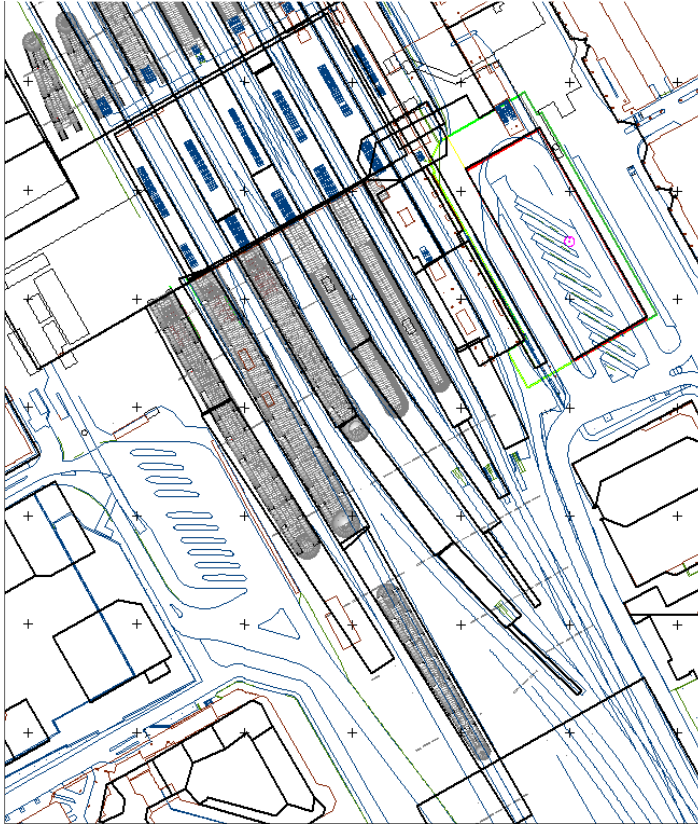
De huidige en toekomstige kapspeakers zijn van het type CL1-WM06E8 van Bosch behalve op perrons aan de sporen 5/7, 9/10 en 12/13, waar wat grotere R1-speakers van Elomet zijn ingebouwd.

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

Oost 4 5/7 11/12 4/15 18/19 20/21 west.

Spoor 4 wordt buiten gebruik genomen voor reizigersvervoer voordat het Zuidgebouw er komt.

De positie van de perronkappen in de eindsituatie van het CS-zuid is in navolgende figuur weergegeven (de grijze stroken met afgeronde uiteinden).



Verder hangen er op de perrons onder stationshal en onder het gebouw van Laag Katreine (direct naast het Zuidgebouw) omroepluidsprekers van het type X6 aan wanden en plafonds in plaats van perronkappen met speakers. De perrons onder Laag Katreine liggen naast de sporen 4 en 5/6.

4.4. Rekenmodellen en geluidmetingen

Voor de toekomstige situatie met het Zuidgebouw wordt aangenomen dat alle nieuwe perrons en alle nieuwe perronkappen in gebruik zijn maar dat spoor 4 buiten gebruik is voor reizigersvervoer zodat de speakers boven het perron naast spoor 4 buiten werking worden gesteld.

De rekenmodellen verwerken de bedrijfsduur van omroepmededelingen per dag, avond en nacht, in de representatieve bedrijfssituatie, door middel van de bedrijfsduurcorrectie C_b. De afname van het geluidvolume in de avond en nacht wordt vervolgens toegepast als correctie op de rekenresultaten.

De geluidsproductie van het totaal van de speakers in de perronkappen is vastgesteld door op een aantal punten rondom de noordzijde van 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.

Voor deze metingen en wijze van kalibratie van het rekenmodel wordt verwezen naar het betreffende geluidsonderzoek (Noordgebouw en CS omroepinstallatie, Geluidniveaus van omroepmededelingen, Rapport van de afdeling Expertise Milieu van 29 april 2015).

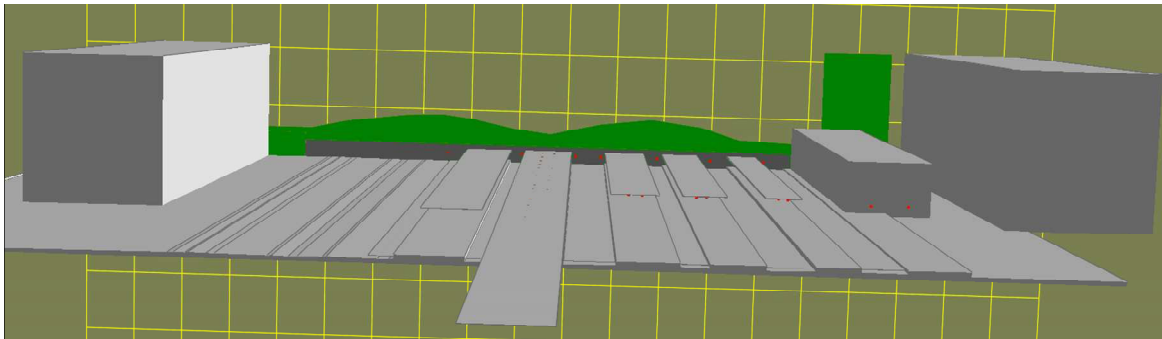
4.5. Gekanteld model voor toekomstige situatie

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 daardoor ook niet in de mogelijkheid om die afscherming te berekenen.

Als oplossing is gekozen voor een zogenaamd 'gekanteld model'. Daarbij zijn de perronkappen en alle andere bouwwerken aan de zuidzijde van de stationshal als het ware 'recht op gezet'. De zuidwand 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 in dat gekantelde model is dan in feite de lengte van de perronkappen, gerekend vanaf de stationshal). In het gekantelde rekenmodel betekenen 'hoogtes' van een gebouw of van een rekenpunt dus in feite afstanden vanaf de zuidzijde van de stationshal.

In het rekenmodel is de geluidsproductie van deze rijen speakers in de perronkappen opgenomen met een serie bronpunten op een rij, met een onderlinge afstand tussen de bronpunten van 10 meter, direct naast de perronkappen. Doordat in het gekantelde model de speakers onder de perronkappen niet meer als geluidbronnen ónder maar náást de kappen zijn gepositioneerd kan nu het effect van de afscherming naar bovengelegen bouwlagen van het Zuidgebouw worden berekend.

Een 3D-weergave van het rekenmodel voor de huidige situatie is hierna weergegeven, gezien vanuit het zuiden, dus met links het Beatrixgebouw en rechts het gebouw van Laag Katreine en daarnaast het grotere Zuidgebouw.



Het groene golvende vlak is een reflecterend bodemvlak waarmee de zuidwand van de stationshal is gemodelleerd. Aan de onderzijde van het groene vlak is een absorberend vlak (donker) opgenomen, dat de ruimte onder de stationshal voorstelt.

In het vlak van de ruimte onder de stationshal zijn geluidbronnen (rode punten) geplaatst om de geluiduitstraling vanuit die ruimte in het model te brengen. Op de perrons onder de hal worden namelijk ook omroepmededelingen gedaan via de X6-speakers, de galm van dat geluid komt hier naar buiten.

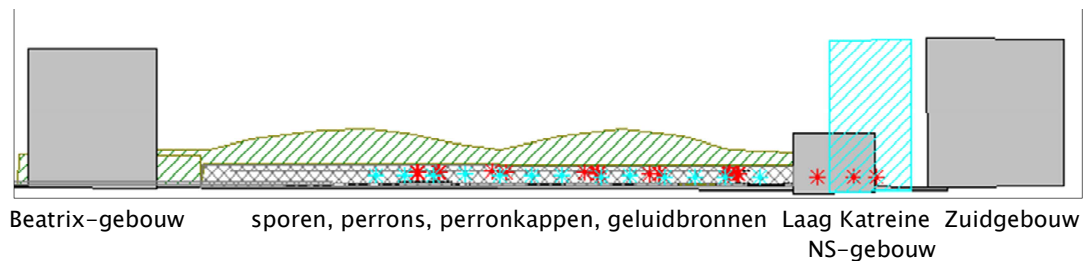
Voor de geluidsuitstraling van omroepmededelingen onder het gebouw van Laag Katreine zijn, aan de zuid- en oostzijde van dat gebouw, eveneens geluidbronnen opgenomen in het model.

De reflecterende zuidgevel (dus niet de schuine hoeken) van het NS-gebouw, dat boven de stationshal staat, is in het model opgenomen als een reflecterend bodemvlak (groen).

De sporen-nummering per perron is in bovenstaande figuur van links naar rechts:

links (west) 20/21 18/19 14/15 11/12 5/7 4 rechts (oost).

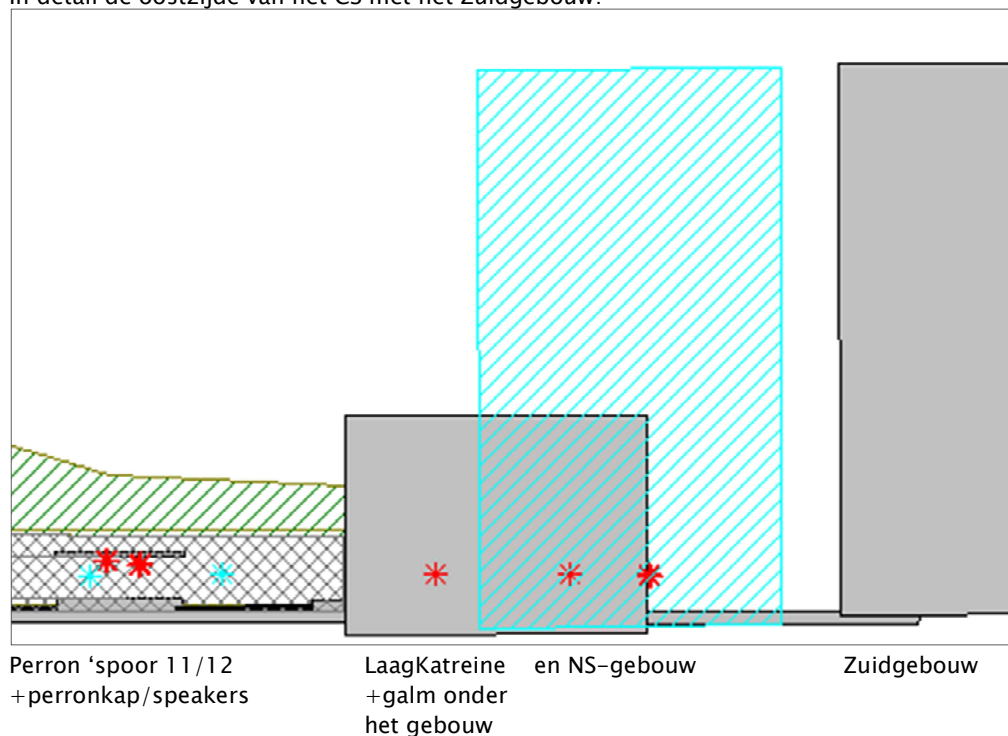
Een bovenaanzicht van het gekantelde rekenmodel (dus zijaanzicht van de werkelijkheid, gezien vanaf het zuiden) is hierna weergegeven.



Toelichting:

- Groen gestreept: de stationshal;
- Geruit: ruimte onder de stationshal;
- Rode sterren: speakers onder de kappen en uitstraling onderzijde Laag Catherijnen;
- Blauwe sterren: uitstraling onder de hal van CS;
- Blauw gestreept: het NS-gebouw boven het stationshal (alleen de zuidgevel);
- Grijs: gebouwen (links het Beatrixgebouw, rechts Laag Katreine en het Zuidgebouw);
- Ook in grijs weergegeven aan de onderzijde: perrons en sporen met absorberend ballastbed.
- De rest van het bodemvlak heeft een bodemfactor 0,0: 100% absorberend.

In detail de oostzijde van het CS met het Zuidgebouw:



4.7. Vlak rekenmodel voor de toekomstige situatie

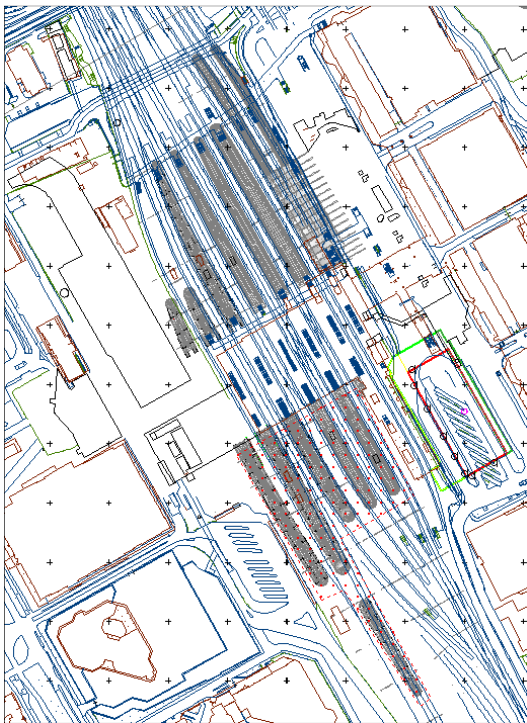
Het gekantelde model heeft enkele beperkingen waarvoor moet worden gecorrigeerd met een aanvullend rekenmodel voor de toekomstige situatie. Dat model is gemaakt op de normale manier, een 'vlak model'.

Die beperkingen is dat er geen inzicht is in:

- het effect van afscherming en geluidreflectie in het bestaande NS-hoofdkantoor, ten zuiden van het Zuidgebouw;
- de bijdrage van perronspeakers op het noordelijke deel van het CS.

In dit vlakke rekenmodel kan wel de bijdrage van die afscherming en reflectie worden berekend. In dit model is de geluidsproductie van de perronspeakers opgenomen als een vlakke bron die gelijkmatig over het CS is verdeeld. De berekende geluidsniveaus op het Zuidgebouw 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 bestaande bebouwing.

De volgende figuur toont het vlakke rekenmodel voor de toekomstige situatie van zowel het noordelijke als het zuidelijke deel van het CS, inclusief het Noordgebouw.



Eindsituatie perronkappen CS



Vlak rekenmodel: oppervlaktebron

Voor het noordelijke en zuidelijke deel van het CS is een vlakke bron (rood omlinjde gebieden) in het rekenmodel opgenomen, met beide hetzelfde bronvermogen per m².

5 Resultaten en conclusies

5.1. Metingen en bepalen bronniveau omroepmededelingen

Speakers in perronkappen

Voor de geluidmetingen en de wijze waarop het bronvermogen is bepaald van deelbronnen onder perronkappen wordt verwezen naar het geluidsrapport (Noordgebouw en CS omroepinstallatie, Geluidniveaus van omroepmededelingen, Rapport van de afdeling Expertise Milieu van 29 april 2015).

In onderhavig onderzoek is voor deze deelbronnen hetzelfde bronvermogen L_w gekozen van 84,2 dB(A) per deelbron, waarbij de deelbronnen in rijen, op onderlinge afstand van 10 meter, direct onder de perronkappen zijn gepositioneerd.

De emissie van deze deelbronnen is weergegeven in navolgende figuur.

Frequentie [Hz]	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totaal
L_w [dB(A)]	25,10	32,80	35,55	37,40	57,50	62,00	53,70	44,60	39,40	63,86
Reductie [dB]	-20,30	-20,30	-20,30	-20,30	-20,30	-20,30	-20,30	-20,30	-20,30	
$L_w(\text{tot})$ [dB(A)]	45,40	53,10	55,85	57,70	77,80	82,30	74,00	64,90	59,70	84,16

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' van CS-noord zijn gemeten met een nauwkeurigheid van 1 dB.

Dit model is gebruikt om, in de nieuwe situatie van CS-zuid, het geluidsniveau te berekenen op de gevels van het Zuidgebouw dat naast het station en Laag Katreine komt te staan.

Galm onder de hal en Laag Katreine

Omdat vanuit het Zuidgebouw gezien het geluid van een groot deel van de perronkappen wordt afgeschermd door het gebouw van Laag Katreine, is het galmniveau van omroepmededelingen onder Laag Katreine, direct naast het Zuidgebouw, van meer belang dan bij het Noordgebouw. Daarom zijn hiervoor extra metingen uitgevoerd.

Het gebouw van Laag Katreine en de openingen aan de onderzijde, waar de eerste perrons liggen, zijn te zien in navolgende foto's, gezien vanaf het huidige busstation voor stadsbussen aan de zuid-oostzijde van het CS en vanaf het zuiden.



Foto 3: Laag Katreine, op de voorgrond het busstation.



Foto 4: Links het CS met Stads Kantoor, midden Laag Katreine en NS-kantoor, rechts het busstation en Hoog Catharijne

In de zuidelijke opening van Laag Katreine, boven spoor 4, zijn op zondag 26 juli 2015 tussen 7 en 8 uur geluidmetingen gedaan aan omroepgeluid. Op dit tijdstip van de week is er nog weinig stoorgeluid van taxi's, bussen en treinen. Hier was het gemeten niveau erg laag, 48,9 dB(A), tegen 45,7 dB(A) van stoorgeluid. Na aftrek van stoorgeluid was het niveau van omroepgeluid circa 46 dB(A).

Op zondagochtend 2 augustus 2015 zijn metingen gedaan in de oostelijke openingen onder Laag Katreine. Ook nu kwam het gemeten niveau tijdens omroepmededelingen niet veel boven het omgevingsgeluid uit: 52,1 dB(A) tegen tenminste 46,9 dB(A) van stoorgeluid. Het niveau van omroepmededelingen was 50 dB(A) of lager.

Als controle is op 2 augustus ook het geluidniveau gemeten op het perron naast spoor 5, op 4 meter afstand van een X6-perronspeaker. Het gemeten niveau van de speaker was circa 58 dB(A). Omdat door Movares is aangegeven dat de beoogde geluidsniveaus op perrons circa 68 dB(A) moet zijn is aangenomen dat overdag, tenminste in de nabije toekomst, het geluidniveau in de opening na 7 uur 10 dB hoger zal zijn dan wat op 2 augustus is gemeten: 60 dB(A).

Verder is aangenomen dat het gemeten geluidniveau voor een deel bestaat uit een direct veld en voor een deel uit een galmveld. Het directe veld straalt vanaf de speakers in horizontale richting naar buiten maar wordt in verticale richting (omhoog) afgeschermd door het gebouw van Hoog Catherijne. De uitstraling van dit directe geluid zal van weinig belang zijn voor het Zuidgebouw.

Het galmveld is voor het Zuidgebouw meer van belang omdat dit geluid ook naar boven uitstraalt, waar de verdiepingen van het Zuidgebouw zich bevinden. Aangenomen is dat het gemeten geluidniveau van oproepmededelingen voor de helft bestaat uit het galmniveau: 57 dB(A).

Met een hoogte van de openingen van 2,66 meter en een onderlinge deelbron-afstand van 10 meter resulteert dit in een deelbronvermogen van 73,2 dB(A).

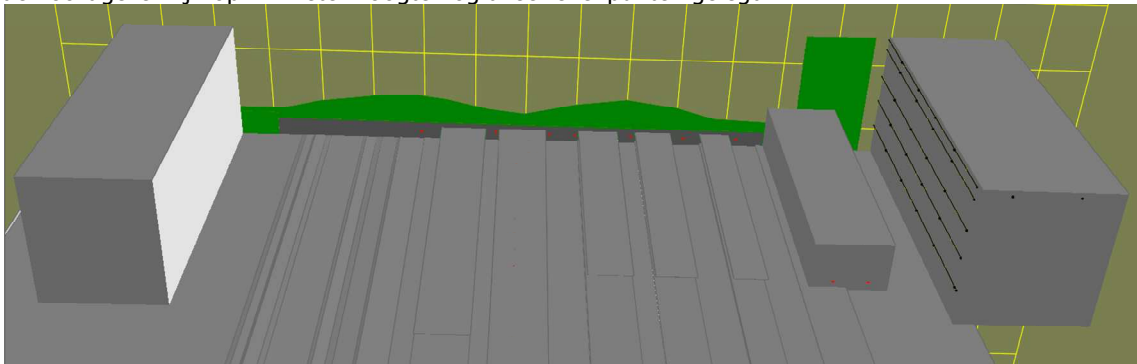
- *Oppervlakte S van de opening per deelbron: $S = 2,66 \times 10 \text{ m}$, $10 \log S = 14,25 \text{ dB}$.*
- *Bronvermogen per deelbron: $L_w = 57 + 14,25 - 1 + DI = 73,2 \text{ dB(A)}$ met $DI = 3 \text{ dB}$.*

Dit is ook als deelbron-vermogen aan de zuidzijde van het gebouw van Laag Katreine in het gekantelde rekenmodel opgenomen. Voor de galm onder de stationshal is een 10 dB hoger bronvermogen genomen.

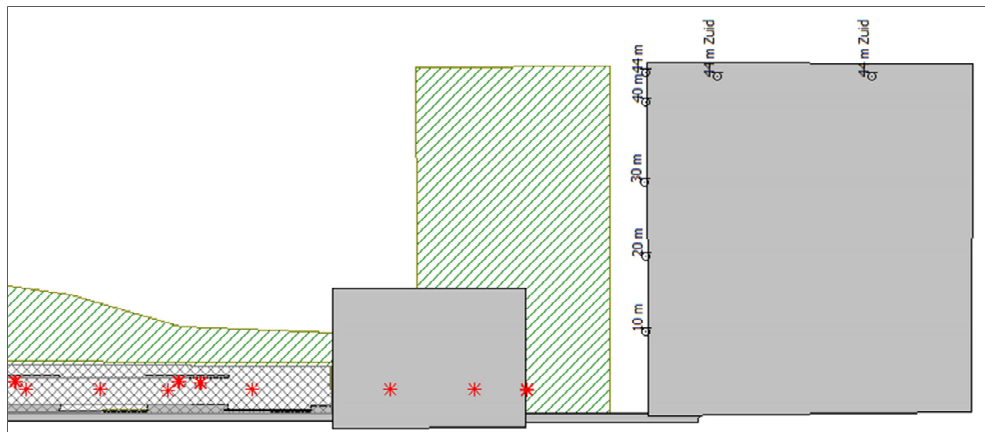
Verder is voor de totale tijdsduur van mededelingen per dag, avond en nacht in de representatieve situatie hetzelfde uitgangspunt genomen als in het onderzoek voor het Noordgebouw (zie 4.1).

5.2. Rekenresultaten gekanteld model: Zuidgebouw

Op de gevels van het Zuidgebouw zijn enkele rekenpunten gelegd die overeenkomen met rekenpunten in het geluidsonderzoek naar het geluid van wegverkeerslawaai, spoorweglawaai en het rangeeremplacement. De rekenhoogte op de westgevel is 10 meter en hoger tot 44 meter. Op de noordgevel zijn op 44 meter hoogte nog twee rekenpunten gelegd.



De zwarte punten op het Zuidgebouw zijn rekenpunten, waarvan de ligging hierna is weergegeven.



Op de berekende waarde heeft al de correctie plaats gevonden voor de bedrijfsduur middels de bedrijfsduurcorrectie. Omdat in de avond en nacht echter het geluidniveau (Lw) 6 dB respectievelijk 12 dB omlaag gaat zijn de rekenresultaten voor die periodes daarop aangepast. Bovendien is vanwege het tonale karakter van de 'gong' aan het begin van mededelingen 1 dB opgeteld.

De uiteindelijke rekenresultaten zijn in de navolgende tabel weergegeven als langtijdgemiddelde geluidsniveau in dB(A):

Rekenhoogte (m)	Afstand tot hal CS (m)	Dag	Avond	Nacht
	Toetswaarde:	50	45	40
10 m hoogte	21	45	39	28
10 m hoogte	45	45	39	28
10 m hoogte	67	45	39	28
10 m hoogte	90	44	38	27
10 m hoogte	115	47	41	30
20 m hoogte	21	44	38	27
20 m hoogte	45	44	38	27
20 m hoogte	67	44	38	27
20 m hoogte	90	44	38	27
20 m hoogte	115	46	40	29
30 m hoogte	21	46	40	29
30 m hoogte	45	46	40	29
30 m hoogte	67	46	40	29
30 m hoogte	90	46	40	29
30 m hoogte	115	46	40	29
40 m hoogte	21	47	41	30
40 m hoogte	45	47	41	30
40 m hoogte	67	47	41	30
40 m hoogte	90	47	41	30
40 m hoogte	115	46	40	29
44 m hoogte	21	47	41	31
44 m hoogte	45	48	42	31
44 m hoogte	67	48	42	31
44 m hoogte	90	47	42	31
44 m hoogte	115	47	41	30
44 m zuidgevel oost	119,2	38	32	21
44 m zuidgevel west	119,2	39	33	22

Het langtijdgemiddelde geluidsniveau ligt het dichtst bij de toetswaarde in de dagperiode en varieert dan tussen 44 dB(A) en 48 dB(A) op de westgevel en circa 8 dB lager op zuidelijke kopgevel.

Uit een vergelijking van de bijdragen van de speakers onder de perronkappen en van het galmniveau onder Laag Katreine blijkt dat op de laagste verdiepingen tot 30 meter hoog het galmniveau bepalend is en op de bovenste verdiepingen en de meest zuidelijke rekenpunten de speakers in de perronkappen.

In navolgende tabel is de bijdrage van alleen de geluidsniveaus in de dagperiode, met toetswaarde 50 dB(A), weergegeven voor:

- alleen de speakers in de perronkappen
- alleen de galm onder Laag Katreine
- het totaal.

De maatgevende niveaus zijn steeds met grijs geaccentueerd.

Rekenhoogte (m)	afstand tot hal CS (m)	Perronkappen	Galm Laag Katreine.	Totaal <i>dag</i>
10 m hoogte	21	33	44	45
10 m hoogte	45	34	45	45
10 m hoogte	67	33	45	45
10 m hoogte	90	36	44	44
10 m hoogte	115	46	41	47
20 m hoogte	21	39	42	44
20 m hoogte	45	39	43	44
20 m hoogte	67	39	43	44
20 m hoogte	90	41	42	44
20 m hoogte	115	45	40	46
30 m hoogte	21	44	41	46
30 m hoogte	45	44	41	46
30 m hoogte	67	44	41	46
30 m hoogte	90	44	40	46
30 m hoogte	115	45	39	46
40 m hoogte	21	46	39	47
40 m hoogte	45	46	39	47
40 m hoogte	67	46	39	47
40 m hoogte	90	46	38	47
40 m hoogte	115	46	37	46
44 m hoogte	21	47	38	47
44 m hoogte	45	47	39	48
44 m hoogte	67	47	39	48
44 m hoogte	90	47	38	47
44 m hoogte	115	47	37	47
44 m zuidgevel oost	119,2	37	15	38
44 m zuidgevel west	119,2	39	17	39

De galm onder de stationshal speelt, met een bijdrage van maximaal 45 dB(A) op de westgevel, is op de lagere verdiepingen maatgevend. Dat wordt mede veroorzaakt doordat het geluid van de perronkappen wordt afgeschermd door het gebouw van Laag Katreine.

5.3. Correcties op berekende niveaus

Reflectie en afscherming door NS-hoofdkantoor

In deze berekende niveaus is niet het mogelijk effect meegenomen van afscherming en reflectie van het geluid van omroepmededelingen door het NS-hoofdkantoor, ten zuiden van het Zuidgebouw. Dit effect is ingeschat met behulp van het vlakke rekenmodel van het CS.

De positie van het NS-hoofdgebouw ten opzichte van de perronkappen en rekenpunten van het Zuidgebouw is te zien in navolgende modelplaat van het vlakke model van CS.



In onderstaande tabel is voor enkele rekenpunten weergegeven wat de netto-toename is door afscherming en reflectie.

Rekenpunt (m)	Rekenhoogte (m)	Toename in dB door NS-hoofdkantoor
west 21 m	20	0
west 21 m	30	0
west 21 m	40	0
west 21 m	44	0
west 67 m	10	0
west 67 m	20	0
west 67 m	30	0
west 67 m	40	0
west 67 m	44	0
west 115 m	10	-0,4
west 115 m	20	-0,2
west 115 m	30	-0,1
west 115 m	40	-0,1
west 115 m	44	0
Zuidgevel west	10	-1,9
Zuidgevel west	20	-1,3
Zuidgevel west	30	-0,4
Zuidgevel west	40	-0,5

Zuidgevel west	44	-0,5
Zuidgevel oost	10	-3,2
Zuidgevel oost	20	-3,1
Zuidgevel oost	30	-1,8
Zuidgevel oost	40	-1,9
Zuidgevel oost	44	-1,8

De conclusie is dat het effect minimaal is behalve voor de zuidgevel, waar tot 3 dB afname wordt berekend. Omdat de met het gekantelde model berekende waarden al onder de richtwaarde liggen is een correctie van de rekenuitkomsten niet nodig.

Bijdrage van CS-noord

Omdat het gekantelde rekenmodel alleen rekent met de omroepmededelingen van CS-zuid is met het vlakke model berekend wat de relatieve bijdrage van CS-noord is op het Zuidgebouw.

De onderschatting van het geluidniveau van het gekantelde rekenmodel, door CS-Noord niet mee te nemen, is weergegeven in de rechterkolom in navolgende tabel.

Rekenpunt	Rekenhoogte (m)	Totaal	Verschil
Noordgevel	10	38,7	0,9
Noordgevel	20	48,6	0,5
Noordgevel	30	50,1	0,8
Noordgevel	40	50,2	0,8
Noordgevel	44	50,3	0,9
west 21 m	10	39	0,7
west 21 m	20	53,5	0
west 21 m	30	54,8	0,1
west 21 m	40	54,8	0
west 21 m	44	54,8	0,1
west 45 m	10	38,4	0,5
west 45 m	20	52,2	0,4
west 45 m	30	54	0,4
west 45 m	40	54,5	0,5
west 45 m	44	54,5	0,5
west 67 m	10	37,5	0,5
west 67 m	20	46,7	0,9
west 67 m	30	53,5	0,4
west 67 m	40	54,3	0,4
west 67 m	44	54,4	0,4
west 90 m	10	40,5	0,2
west 90 m	20	44,8	1,1
west 90 m	30	53	0,4
west 90 m	40	53,9	0,4
west 90 m	44	54	0,5
west 115 m	10	50,9	0,1
west 115 m	20	51,1	0,2
west 115 m	30	53	0,4
west 115 m	40	53,4	0,4
west 115 m	44	53,5	0,4

De grootste toename, tot 1,1 dB, is te zien op de westgevel op 10 en 20 meter hoogte. Op deze hoogte is echter het galmniveau maatgevend (deze wordt niet berekend met het vlakke model) zodat de werkelijke toename door de bijdrage van CS-noord hier veel geringer zal zijn. Op de hoger gelegen lagen is de toename door CS-noord 0,1 tot 0,5 dB.

De rekenpunten op de noordgevel van het Zuidgebouw komen in het gekantelde model niet voor. Met het vlakke rekenmodel is te zien dat de niveaus daar, ook met de bijdrage van CS-noord, circa 4 dB lager zijn dan de niveaus op de westgevel. De noordgevel is dus niet maatgevend.

De conclusie is dat de rekenresultaten van het gekantelde model met maximaal 0,5 dB moet worden verhoogd. De hoogst berekende geluidsniveaus doen zich dan voor op het zuidelijke deel van de westgevel, op 40 en 44 meter hoogte:

- 48 dB(A) in de dagperiode
- 42 dB(A) in de avondperiode
- 31 dB(A) in de nachtperiode.

5.4. Beoordeling en conclusies

Conclusies:

1. Door middel van geluidmetingen en een rekenmodel is het langtijdgemiddelde geluidniveau van omroepmededelingen op CS Utrecht berekend in de omgeving in de representatieve maximale situatie met een nauwkeurigheid van circa 1 dB;
2. De rekenresultaten zijn getoetst aan de richtwaarde voor een drukke woonwijk en de grenswaarden van het Activiteitenbesluit;
3. Het langtijdgemiddelde geluidniveau vanwege omroepgeluid is op de gevels van het Zuidgebouw, bij het maximaal gebruik maken van de mogelijkheden van het bestemmingsplan Zuidgebouw, Stationsgebied, tenminste 2 dB lager dan de toetswaarden;
4. De hoogste niveaus doen zich voor op de bovenste bouwlagen van de westgevel;
5. Het omroepgeluid is volgens deze prognose geen belemmering voor de woon- en leefkwaliteit van te realiseren woningen in het Zuidgebouw of voor de bedrijfsvoering van het Centraal Station Utrecht.

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				

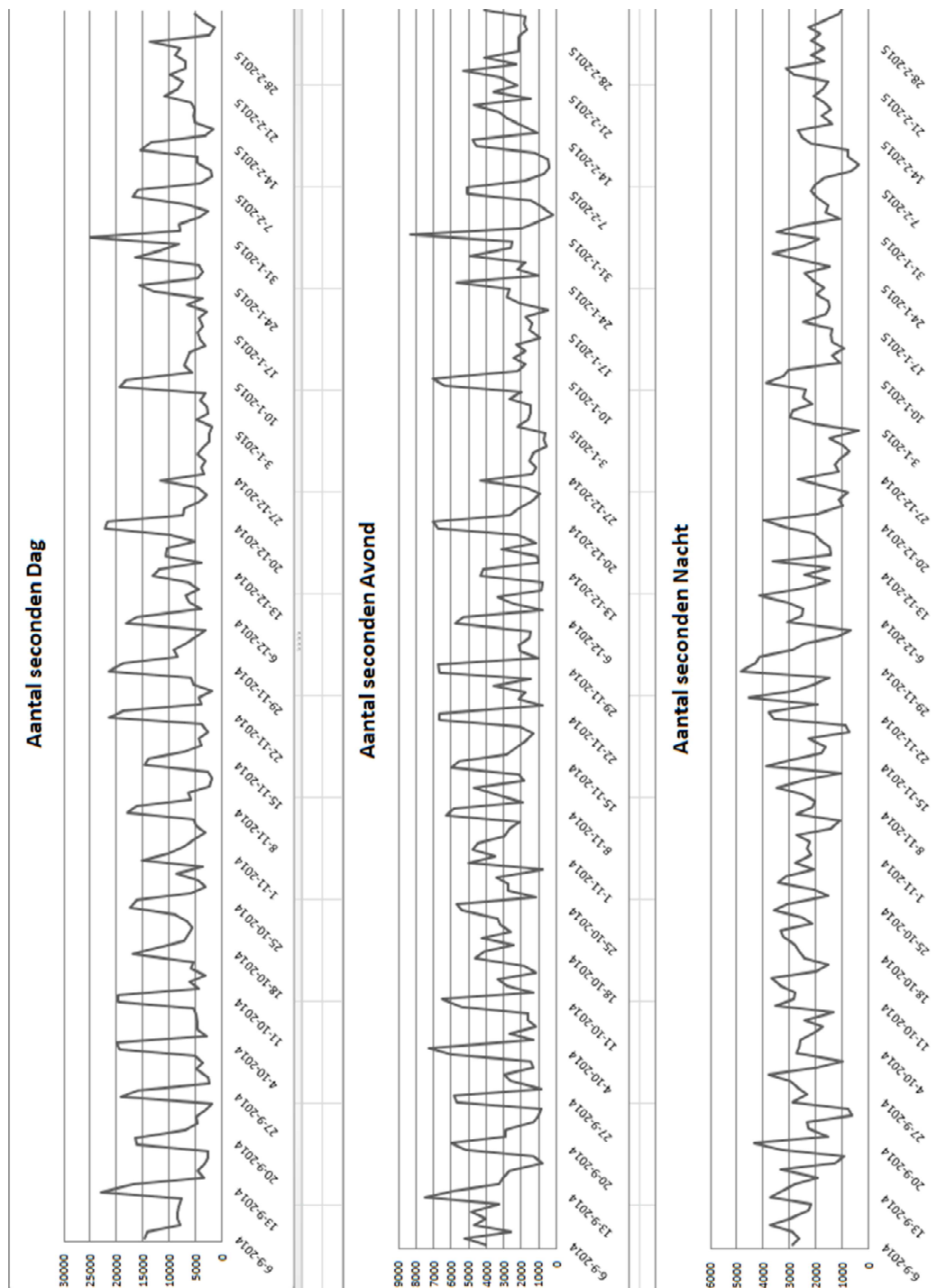
Nachten met minste omroepmededelingen:

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 tijdsduur omroepmededelingen





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

Bijlage 3 Rekenmodellen

Bodemgebieden gekanteld model

Model: gekanteld model met kappen TOEKOMST galm hal+ Laag Catherijne
aanvullend schermen Landstraat - Omroepgeluid CS zuid
Groep: (hoofdgroep)
Lijst van Bodemgebieden, voor rekenmethode Industrielawaai - IL

Naam	Omschr.	Bf
onder hal	perrons onder stationshal: absorberend	1,00
stationhal	stationshal boven: reflecterend	0,20
Hoog Carth	Verbindingsgebouw met station: reflecterend	0,20
NS gebouw	NS gebouw boven hal CS	0,20

Objecten gekanteld model

Model: gekanteld model met kappen TOEKOMST galm hal+ Laag Catherijne
aanvullend schermen Landstraat - Omroepgeluid CS zuid
Groep: (hoofdgroep)
Lijst van Gebouwen, voor rekenmethode Industrielawaai - IL

Naam	Omschr.	Hoogte	Maaiveld	Hdef.	Cp	Refl. 31	Refl. 63	Refl. 125
perrons	perrons en sporen	185,00	0,00	Relatief	0 dB	0,80	0,80	0,80
ballast	Ballastbed absorberend	182,00	0,00	Relatief	0 dB	0,20	0,20	0,20
ballast	Ballastbed absorberend	182,00	0,00	Relatief	0 dB	0,20	0,20	0,20
ballast	Ballastbed absorberend	182,00	0,00	Relatief	0 dB	0,20	0,20	0,20
ballast	Ballastbed absorberend	182,00	0,00	Relatief	0 dB	0,20	0,20	0,20
ballast	Ballastbed absorberend	182,00	0,00	Relatief	0 dB	0,20	0,20	0,20
Laag Cath.	Laag Catherijne 13 tot 20 m hoog: 16 m	101,00	0,00	Relatief	0 dB	0,80	0,80	0,80
Perronkap	Perronkap spoor 14/15	104,00	0,00	Relatief	0 dB	0,80	0,80	0,80
Perronkap	Perronkap spoor 18/19	260,00	0,00	Relatief	0 dB	0,80	0,80	0,80
Perronkap	Perronkap spoor 20/21	139,00	0,00	Relatief	0 dB	0,80	0,80	0,80
Perronkap	Perronkap spoor 11/12	104,00	0,00	Relatief	0 dB	0,80	0,80	0,80
Beatrix	Westelijke gebouwen Beatrixgeb. en Rabo	120,00	0,00	Relatief	0 dB	0,80	0,80	0,80
Perronkap	Perronkap spoor 8/9 toekomst	104,00	0,00	Relatief	0 dB	0,80	0,80	0,80
Zuidgebouw	Zuidgebouw	119,00	0,00	Relatief	0 dB	0,80	0,80	0,80
ballast	Ballastbed absorberend	182,00	0,00	Relatief	0 dB	0,20	0,20	0,20

Naam	Refl. 250	Refl. 500	Refl. 1k	Refl. 2k	Refl. 4k	Refl. 8k
perrons	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
ballast	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
ballast	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
ballast	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
ballast	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
ballast	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Laag Cath.	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Perronkap	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Perronkap	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Perronkap	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Perronkap	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Beatrix	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Perronkap	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Zuidgebouw	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
ballast	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Vlakke model CS-Zuid oppervlakte bron

Model: Zuidblok Omroepgeluid
aanvullend schermen Landstraat - Omroepgeluid CS zuid
Groep: CS-Noord omroepmededelingen
Lijst van Oppervlaktebronnen, voor rekenmethode Industrielawaai - IL

Naam	Omschr.	Hoogte	Maaiveld	Hdef.	TypeLw	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
kappen N	speakers omroepmededelingen CS-Noord toekomst	4,00	4,00	Eigen waarde	False	3,35	3,29	8,27

Naam	DeltaX	DeltaY	Negeer obj.	LwM2 31	LwM2 63	LwM2 125	LwM2 250	LwM2 500	LwM2 1k	LwM2 2k	LwM2 4k	LwM2 8k
kappen N	10	10	Ja	25,10	32,80	35,55	37,40	57,50	62,00	53,70	44,60	39,40

Naam	Lw 31	Lw 63	Lw 125	Lw 250	Lw 500	Lw 1k	Lw 2k	Lw 4k	Lw 8k	Red 31	Red 63	Red 125
kappen N	68,06	75,76	78,51	80,36	100,46	104,96	96,66	87,56	82,36	-3,50	-3,50	-3,50

Naam	Red 250	Red 500	Red 1k	Red 2k	Red 4k	Red 8k
kappen N	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50

Vlakke model CS-Noord oppervlakte bron

Model: Zuidblok Omroepgeluid
aanvullend schermen Landstraat - Omroepgeluid CS zuid
Groep: CS-Noord omroepmededelingen
Lijst van Oppervlaktebronnen, voor rekenmethode Industrielawaai - IL

Naam	Omschr.	Hoogte	Maaiveld	Hdef.	TypeLw	Cb(D)	Cb(A)	Cb(N)
kappen N	speakers omroepmededelingen CS-Noord toekomst	4,00	4,00	Eigen waarde	False	3,35	3,29	8,27

Naam	DeltaX	DeltaY	Negeer obj.	LwM2 31	LwM2 63	LwM2 125	LwM2 250	LwM2 500	LwM2 1k	LwM2 2k	LwM2 4k	LwM2 8k
kappen N	10	10	Ja	25,10	32,80	35,55	37,40	57,50	62,00	53,70	44,60	39,40

Naam	Lw 31	Lw 63	Lw 125	Lw 250	Lw 500	Lw 1k	Lw 2k	Lw 4k	Lw 8k	Red 31	Red 63	Red 125
kappen N	68,06	75,76	78,51	80,36	100,46	104,96	96,66	87,56	82,36	-3,50	-3,50	-3,50

Naam	Red 250	Red 500	Red 1k	Red 2k	Red 4k	Red 8k
kappen N	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50	-3,50