

Ontwerpvoorschrift

Luidsprekernet

Beherende instantie:
AM Techniek

Inhoud verantwoordelijke:
ICT Infrastructuur & Operatie

Status: definitief

Datum van kracht: 01-12-2020	Versie: 006	Documentnummer: OVS00082
--	-----------------------	------------------------------------

INHOUDSOPGAVE

1	Algemeen	4
1.1	Scope	4
1.2	Gebruik van dit ontwerpvoorschrift	4
1.3	Opbouw van dit ontwerpvoorschrift	5
1.4	Referentie documenten	5
1.5	Afkortingen	6
1.6	Begrippenlijst	6
2	Toepassing omroep	7
2.1	Toepassingsgebieden van de stationsomroep	7
3	Kwaliteitseisen en -borging	9
3.1	Eisen aan de spraakverstaanbaarheid	9
3.2	Invloeden van de omgeving op de omroepprestatie	10
4	Omgaan met milieuwetgeving	12
4.1	Stroomdiagram omgevingshinder	12
4.2	Omgevingsvergunning milieu of activiteitenbesluit	13
4.3	Geluidseisen	13
4.4	Activiteiten besluit	14
4.5	Algemene plaatselijke verordening	14
4.6	Overschrijding van de geluidsimmissienormen	14
4.7	Mogelijkheden tot vermindering omgevingshinder in een bestaande installatie	14
4.8	Perrons met gedeeltelijk geluidshinder naar omwonenden	15
5	Realisatie en projectering	16
5.1	Algemeen	16
5.2	Akoestische gebieden	16
5.3	Projectering van omroep op het perron	17
5.4	Omroep in hallen / wachtruimtes	21
5.5	Omroep in tunnels en traversen	24
5.6	Omroep in commerciële ruimtes	25
5.7	Voorplein	26
6	Individuele onderdelen van het luidsprekernet	27
6.1	Het 100V systeem	27
6.2	Passieve luidsprekers	27
6.3	Actieve luidsprekers	29
6.4	Luidsprekerpositienummering	29
6.5	Volumeregelaars	30
6.6	Masten en ophangconstructies	31

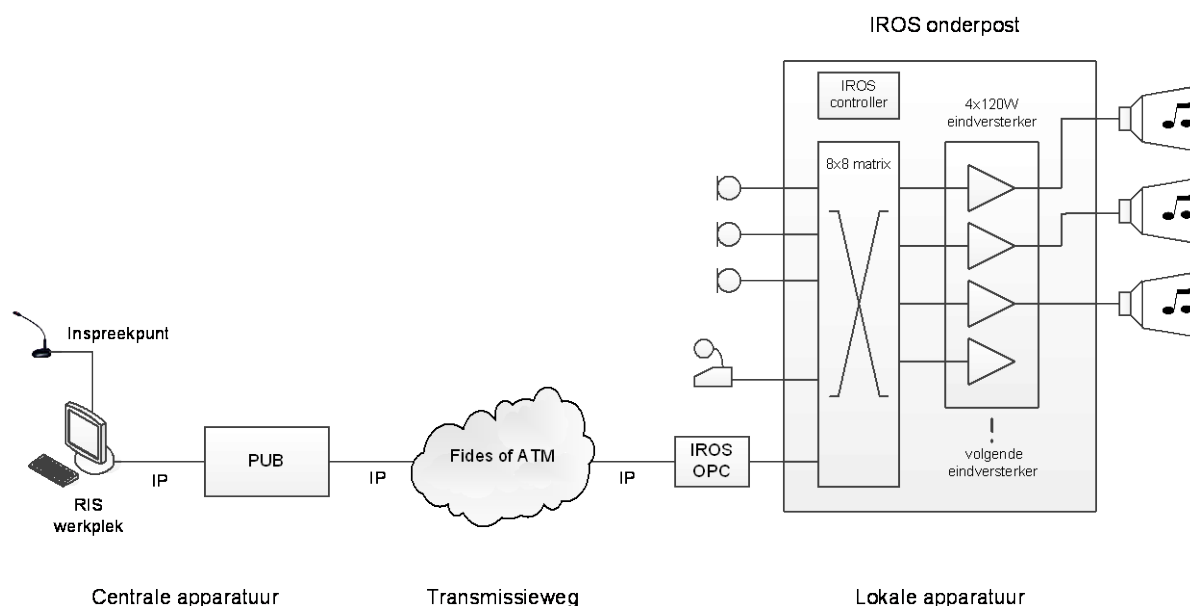
7.....	Kabelnetten.....	37
7.1	Toegestane kabeltypen	37
7.2	Algemene projecteringsregels van omroepkabels.....	37
7.3	Kabelimpedantie & maximale versterkerbelastingnorm	38
7.4	Benaming omroepkabels	40
7.5	Kabellabeling	40
7.6	Kabelverbindingen en kabelverdelers.....	41
7.7	Vastlegging op tekening	43
7.8	Op te leveren documenten	43
8.....	Revisiegegevens	44

1 Algemeen

1.1 Scope

De stationsomroep is een basisvoorziening op stations voor het verstrekken van auditieve informatie aan reizigers.

Het omroepsysteem zet de stem van de omroep(st)er om in een elektrisch signaal en verspreidt dit naar één of meer stations. Op de stations worden de signalen versterkt en aan het luidsprekernet aangeboden. Onderstaande figuur geeft dit schematisch weer.



Figuur 1 Schematisch overzicht omroepketen

De stationsomroep wordt op hoofdlijnen gerealiseerd met een omroepsysteem, bestaand uit:

- Centrale apparatuur PUB InfoPlus
- Transmissieweg ATM / Fides netwerk
- Omroep IROS onderpost (in de technische ruimte van of nabij het station zelf).
- Luidsprekernet (bekabeling en luidsprekers op het station).

Dit OVS beschrijft het ontwerp van het luidsprekernet voor de stationsomroep.

Let op: indien het luidsprekernet tevens gebruikt wordt voor een gesproken ontruimingsinstallatie type A gelden er aanvullende en afwijkende eisen welke staan beschreven in het OVS00184.

1.2 Gebruik van dit ontwerpvoorschrift

Het ontwerpvoorschrift luidsprekernet is toepasbaar bij grootschalige vervanging en nieuwbouw. Het luidsprekernet voor de stationsomroep wordt zoveel mogelijk gerealiseerd met door ProRail vrijgegeven standaard luidspreker projecteringsrichtlijnen. Het toepassen van de standaard projecteringsrichtlijnen borgt de gevraagde spraakverstaanbaarheid.

Voor die situaties die niet overeenkomen met de ruimtelijke indelingen zoals deze in dit OVS zijn geschetst of bij luidspreker projectie welke afwijkend is van de standaard luidspreker projecteringsrichtlijnen dient vooraf een akoestisch simulatieprogramma, zoals CATT-Acoustic, gebruikt te worden om de juiste luidsprekerprojectie te bepalen. Deze akoestische simulatieprogramma's kunnen ook op voorhand inzicht geven bij vraagstukken omtrent de haalbaarheid van de vereiste spraakverstaanbaarheid en van de (geldende) milieuverordeningen. Voor controle van de afwijkende luid-

sprekerconfiguratie op de geëiste spraakverstaanbaarheid is de richtlijn "Universele STI-meetmethode" (RLN 00010) van toepassing.

Voor die situaties waarin de aangegeven projecteringsmogelijkheden in dit ontwerpvoorschrift niet voorzien en er een afwijkend ontwerp gemaakt is, dient vooraf aan de bouw van de installatie goedkeuring op het ontwerp verkregen te worden via S&T Consult en de procedure PRC 00256. Hierbij blijven de eisen aan de spraakverstaanbaarheid van kracht.

1.3 Opbouw van dit ontwerpvoorschrift

Dit ontwerpvoorschrift kent op hoofdlijnen de volgende opbouw:

- Algemene inleiding (hoofdstuk 1).
- Toepassingsgebieden van de stationsomroep (hoofdstuk 2).
- Kwaliteitseisen / borging van de spraakverstaanbaarheid (hoofdstuk 3).
- Milieuwetgeving in relatie tot het omroepsysteem (gestelde beperkingen) (hoofdstuk 4).
- Realisatie en projectering van individuele onderdelen in de ruimte (hoofdstuk 5).
- Individuele onderdelen van de luidsprekerinstallatie, materialen en componenten (hoofdstuk 6).
- Luidsprekerbekabeling inclusief voorbeelden (hoofdstuk 7).
- Revisie gegevens (hoofdstuk 8).

1.4 Referentie documenten

Document	Nummer	Versie	Bron
Basisstations, functionele normen en richtlijnen voor treinstations	-	26-07-2005	ProRail SpO
Universele STI meetmethode	RLN 00010	actueel in RIC	ProRail ICT
Normering van de nagalmtijd in bouwkundige objecten	RLN 00070	actueel in RIC	ProRail ICT
Inrichting en afwerking voetgangers-tunnels in de transfer van stations	RLN 00180	actueel in RIC	ProRail AM Civiele Techniek
Ontwerpvoorschrift IROS	OVS 00033	actueel in RIC	ProRail ICT
Ontwerpvoorschrift Ontruimingsinstallatie type A	OVS 00184	actueel in RIC	ProRail ICT
Onderhoudsdocument Omroep audio inregeling	OHD 00134	actueel in RIC	ProRail ICT
Productspecificatie Omroepkabels VEMeK	SPC 00289	actueel in RIC	ProRail ICT
Netten voor installaties van ProRail	OVS 00122	actueel in RIC	ProRail AM
Generiek Tekenvoorschrift Telecommunicatie	TVS 00020	actueel in RIC	ProRail ICT

1.5 Afkortingen

Afkorting	Betekenis
AVR	Automatische Volume Regeling
EDT	Early Decay Time
EMC	ElektroMagnetische Compatibiliteit
IROS	Intelligent Reizigers Omroep Systeem
ITS	Indeling Transferruimte Station
KKO	Kabel Kast Overzicht
KOO	Kabel Omroep Overzicht
RIC	Rail Infra Catalogus
SPL	Sound Pressure Level (geluidsdruk)
STI	Speech transmission index (spraakverstaanbaarheid)

1.6 Begrippenlijst

Begrip	Betekenis
Luidsprekernet	Luidsprekers ten behoeve van stationsomroep binnen het stationsgebied met bijbehorende bekabeling, vanaf de 19" kast met de omroep apparatuur.
Projecteringsrichtlijnen	Projecteringsrichtlijnen geeft enkele standaard luidspreker projectie vuistregels. Deze luidspreker projecties zijn allen met behulp van simulaties op spraakverstaanbaarheid getoetst en in de praktijk gecontroleerd.
Tijdsvertraging	Men kan er voor kiezen om luidsprekers met een van elkaar verschillende aansturing (in tijd) aan te sturen om zo echo achtige effecten tegen te gaan.
Kunstgalm	Door de verschillende (foutieve) aansturingen van diverse luidsprekers kan een beleving ontstaan van galm, dit wordt niet zo zeer veroorzaakt door weerkaatsing op diverse reflectie ondergronden als wel door verschillen in tijd van de verschillende geluidsbronnen tot het waarnemende oor.
Nagalmtijd	Nagalmtijd is de tijd dat een geluidverschijnsel in een ruimte nog hoorbaar is als de geluidsbron reeds is gestopt.

2 Toepassing omroep

2.1 Toepassingsgebieden van de stationsomroep

De normering voor de aanwezigheid van omroep is vastgelegd in het document "Basisstations, functionele normen en richtlijnen voor treinstations", ProRail spoorontwikkeling. Hierin is opgenomen dat elk station dient te beschikken over een omroepsysteem. Het omroepsysteem bestrijkt het gehele transfergebied binnen het station.

Elk station wordt voorzien van een omroepsysteem.

De stationsomroep wordt door ProRail geprojecteerd in de zogenaamde transferfunctie. Hier wordt onder verstaan, het voor reizigers toegankelijke stationsgebied tussen stationsplein en trein (stationshal, tickets & serviceruimte voor de balie, tunnels, traversen, wachtruimten en perrons).

In het OVS wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende delen van het station:

- Perron;
- Hal of wachtruimte;
- Tunnel of traverse;
- Commerciële ruimte;
- Voorplein;
- Interwijkverbinding.

Deze functies zijn gebaseerd op het document "Basisstations, functionele normen en richtlijnen voor treinstations".

Perron

Het omroepsysteem moet alle voorzieningen behorend tot de perronfunctie bestrijken, daar waar de reizigers zich bevinden. (waaronder ook de (open en gesloten) abri's). Zie ook paragraaf 5.3.

Hal of wachtruimte

Onder hal- / wachtfunctie wordt verstaan de voor reizigers toegankelijke (grote) gesloten ruimten in het stationsgebied, zoals centrale stationshallen, wachtruimtes, de tickets & serviceruimte voor de balie, etc.

Het omroepsysteem moet alle transfer voorzieningen behorend tot de hal- / wachtfunctie bestrijken. Zie ook paragraaf 5.4.

Tunnel of traverse

Het omroepsysteem bestrijkt het gehele loopverbindingsfunctie gebied zoals traversen, tunnels maar ook de (rol-)trappen en hellingbanen. Zie ook paragraaf 5.5.

Commerciële ruimte

Onder de commerciële functie wordt verstaan gebieden welke niet direct onderdeel uitmaken van de transferfunctie, maar zich wel in het stationsgebied bevinden, zoals winkels, restauraties, inpandige fietsenstallingen, dienstverblijven, tickets & serviceruimte (achter de balie).

Hier wordt geen omroepfaciliteit voorgeschreven. Op verzoek van de (commercieel) eigenaar en na goedkeuring door de omroep installatie-eigenaar kan een omroepvoorziening worden geprojecteerd. Het aanbrengen van omroep in de commerciële functie is een facilitaire dienst waarvan de kosten kunnen worden doorbelast aan de aanvrager. Zie ook paragraaf 5.6.

Voorplein

Onder voorpleinfunctie wordt verstaan het gebied aangrenzend aan de toegang(en) tot het stationsgebied. Hier wordt geen omroepfaciliteit aangebracht.

Interwijkverbinding

Onder interwijkverbinding wordt in dit document verstaan de verbinding om het station te doorkruisen zonder de mogelijkheid van toegang tot de perrons. De interwijkverbinding is primair voor passanten en niet voor treinreizigers bedoeld. Voor de interwijkverbinding wordt geen omroepfaciliteit voorgeschreven.

3 Kwaliteitseisen en -borging

3.1 Eisen aan de spraakverstaanbaarheid

Als **TOPEIS VOOR DE STATIONSOMROEP** geldt een goede spraakverstaanbaarheid in de transfer ruimte zonder dat de geluidsbelasting op omliggende bewoning boven de gestelde normering uit komt.

Een goede verstaanbaarheid wordt voor de omroepinstallatie gerelateerd aan de speech transmission index (STI). Dit is een objectieve meetmethode om de spraakverstaanbaarheid van een perfect bronsignaal op één punt in een ruimte (station) te meten. STI metingen geven met name een kwaliteitsaanduiding van het omroepontwerp.

Voor elk station geldt dat moet worden voldaan aan een STI conform de NEN2575-2, gelijk aan ontzuimingsystemen. De NEN2575-2 spreekt echter over ontruimingsgebieden, terwijl binnen het OVS luidsprekernet gesproken wordt over 'akoestische gebieden' (zie hiervoor ook paragraaf 5.2). Daarom dient de NEN2575-2 voor dit OVS als volgt gelezen te worden:

"In ten minste 90 % van het akoestische gebied en in iedere ruimte met een vloeroppervlak groter dan 10 m² gelegen binnen het akoestische gebied, moet de STI voldoen aan de onderstaande grenswaarden:

- *Gemiddelde waarde gemeten over alle ruimten gelegen binnen een akoestische gebied: STI 0,5*
- *Minimumwaarde per ruimte gelegen binnen een akoestische gebied: STI 0,45"*

Gelijkmatigheid geluidsdruk

Indien de in het OVS vastgestelde projecteringsrichtlijnen worden toegepast, wordt voldaan aan de eisen met betrekking tot gelijkmatigheid. Bij een afwijkende projectering geldt dat het per akoestisch gebied aangetoond moet worden dat aan de gelijkmatigheid wordt voldaan, te weten:

- Een gelijkmatigheid van ± 3 dB over minimaal 80% van het oppervlak van een akoestisch gebied, waar reizigers zich ophouden.
- Maximale verschillen binnen een akoestisch gebied van 6 dB tussen de maximale en minimale waarden zijn toegestaan.

Proces

Bij nieuwbouw van en bij grote aanpassingen dient rekening gehouden te worden met de volgende processtap:

Wanneer het nieuwe/aangepaste ontwerp wordt gemaakt dient dit op basis van de werkelijke situatie of tekeningen plaats te vinden. Bij het ontwerp dient rekening gehouden te worden met alle aanwezige en of te verwachten akoestische obstructies.

Het ontwerp

Indien de in het OVS vastgestelde projecteringsrichtlijn voor passieve luidsprekers wordt toegepast en het station voldoet aan de geldende eisen betreffende nagalm (zie ook paragraaf 3.2), kan de gevraagde STI-topeis gehaald worden. In alle overige gevallen, bijvoorbeeld bij een afwijkende projectering of afwijkende nagalmtijd, dient vóór de aanleg van de installatie aangetoond te worden, dat wordt voldaan aan de STI-topeis. Dit kan bijvoorbeeld door het uit (laten) voeren van een akoestische simulatie.

Afwijkend ontwerp

Hier moet gedacht worden aan een ontwerp op een station met afwijkende nagalmtijden, afwijkende luidsprekerconfiguraties, etc.

Indien slechts een deel van het station niet met standaard luidsprekerconfiguraties kan worden voorzien van omroep, moet in ieder geval aangetoond worden dat het betreffende deel van het station voldoet, met die opmerking dat ook rekening gehouden moet worden met de invloed die het betreffende gebied heeft op de naastgelegen stationsgebieden.

Het aantonen van de STI-prestatie van een ontwerp van een niet standaard luidsprekerconfiguratie dient te gebeuren gebruikmakend van realistische parameters en omgevings- / luidspreker eigenschappen. Hier moet onder andere gedacht worden aan:

- Realistisch achtergrondgeluid, opgedeeld per octaafband van 125Hz t/m 16kHz (bijvoorbeeld gebaseerd op metingen van het betreffende, of een gelijkwaardig station).
- Realistische nagalmtijd (bijvoorbeeld gebaseerd op metingen of berekend middels akoestische absorptie coëfficiënten van toegepaste materialen).
- Realistische luidsprekerpositionering.
- Realistisch afstralgedrag van de luidsprekers.
- Realistische ruimte indeling, rekening houdend met alle relevante akoestische obstakels.
- Realistische volume instellingen (headroom ca. 10dB(A)).

De uitkomsten van het onderzoek moeten minimaal aantonen dat:

- STI voldoet aan de eisen gesteld in RLN00010 en OVS00082.
- Gelijkmatigheid van de geluidsdruk conform OVS00082.
- Geen negatieve invloed van het gesimuleerde gebied op naastliggende omroepgebieden (indien van toepassing).
- Voldoet aan de gestelde overlast beperkende wetgeving (indien van toepassing)

Geluidsoverlast naar omgeving

De geluidsbelasting op omliggende geluidsgevoelige objecten, zoals woonhuizen dient altijd binnen de gestelde (wettelijke) normen te vallen. Zie ook Hoofdstuk 4. Indien noodzakelijk dienen overlast-beperkende maatregelen genomen te worden.

Overlast (meestal hoge geluidsdruk) naar de omgeving (bewoning) kan op diverse manieren worden beperkt of voorkomen. In paragraaf 4.7 wordt hier verder op ingegaan.

Verificatie

De installatie (luidsprekernet en omroep onderpost) dient altijd ingeregeld te worden conform de laatst geldende voorschriften in de RIC. Bij het wijzigen van een deel van deze installatie, zoals het luidsprekernet, dient na het uitvoeren van de aanpassingen altijd een herinregeling van het systeem plaats te vinden en dienen altijd controlemetingen uitgevoerd te worden conform de geldende voorschriften:

- Een SPL meting dient altijd uitgevoerd te worden. Denk ook aan overlastgevoelige locaties.
- In overleg met ProRail dient beslist te worden of een STI-meting, na uitvoering van de werkzaamheden, noodzakelijk is.

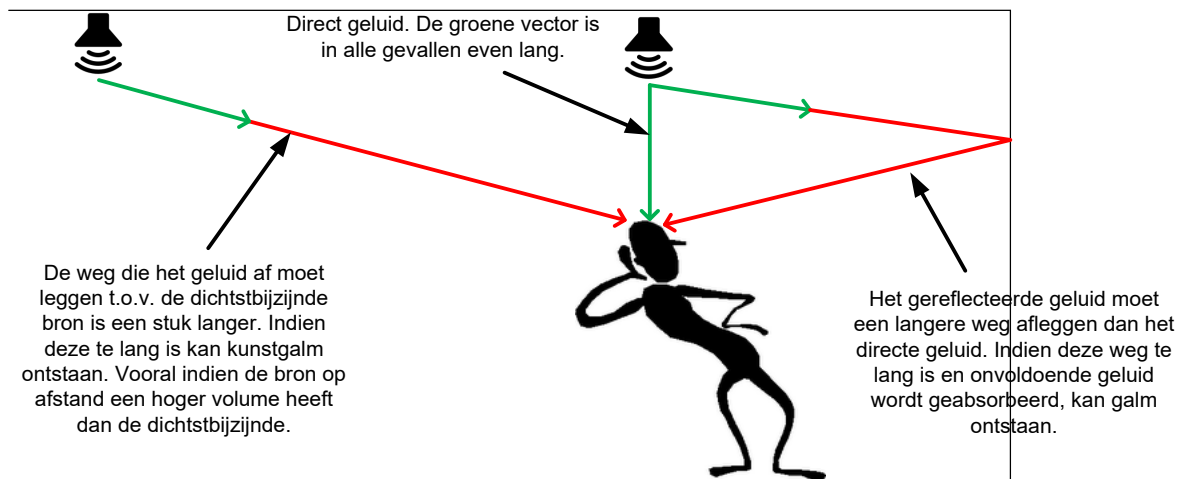
3.2 Invloeden van de omgeving op de omroepprestatie

De spraakverstaanbaarheid wordt bepaald door de combinatie van een omroep (geluids)-installatie en de akoestische eigenschappen van een ruimte. Deze akoestische eigenschappen worden bepaald door de vormgeving van de ruimte en de gebruikte materialen. De belangrijkste omgevingsfactor is de nagalmtijd.

Kunstgalm en galm

Kunstgalm ontstaat als het geluid van twee bronnen met een te grote vertraging aankomt bij de luisteraar. Galm ontstaat als het geluid middels reflecties met een te grote vertraging aankomt bij de luisteraar. Onderstaande afbeelding geeft een vereenvoudigde voorstelling van direct geluid, kunstgalm en galm.

Luidsprekernet



Figuur 2; Schematische weergave van direct geluid, kunstgalm en galm.

Om kunstgalm te voorkomen mag de aankomsttijd van het geluid tussen twee bronnen nooit meer dan 50ms vertraagd zijn. Dit komt overeen met een bron–tot–bron afstand van maximaal ca. 16 meter indien bronnen niet in tijd vertraagd worden ten opzichte van elkaar. Indien bronnen verder uit elkaar geplaatst worden dienen de bronnen ten opzichte van elkaar in tijd vertraagd te worden.

De mate van galm wordt ook uitgedrukt in de nagalmtijd.

Nagalmtijd

Omsloten ruimten zoals stationshallen, traversen en tunnels geven een relatief lange nagalmtijd ten opzichte van, bijvoorbeeld, open perrons. Ook het gebruik van harde materialen zoals beton, staal en glas veroorzaken een lange nagalmtijd. De normering van de nagalmtijd voor bouwkundige objecten op ProRail terrein, is beschreven in RLN00070. Voor tunnels is deze tevens nader vastgesteld in RLN00180 "Inrichting en afwerking voetgangerstunnels in de transfer van stations".

Voor een goede spraakverstaanbaarheid mag de nagalmtijd niet langer zijn dan 2,0 seconden.

Bij deze nagalmtijd kan middels het toepassen van de standaard projecteringsrichtlijnen aan de gevraagde spraakverstaanbaarheidseisen worden voldaan. Bij een langere nagalmtijd dient middels een akoestische simulatie aangetoond te worden of kan worden voldaan aan de gevraagde spraakverstaanbaarheidseisen.

Berekening / meting van de nagalmtijd in een ruimte

Voor de bepaling van de nagalmtijd (EDT) van een ruimte geldt $EDT = 6 \times T_{10}$, waarbij T_{10} de benodigde tijd is om de geluidsdruk in de ruimte na uitschakeling van de geluidsbron, 10 dB in niveau te laten dalen. Voor het bepalen van de nagalmtijd dient gebruik gemaakt te worden van de octaafbanden 500Hz, 1 kHz en 2 kHz.

Beperken nagalmtijd middels akoestisch dempingsmateriaal

De nagalmtijd is te verkorten door het toepassen van geluidsabsorberende materialen.

Middels het uitvoeren van verschillende akoestische simulaties op een model, waarbij luidsprekerpositionering en geluidsabsorptie zijn gevarieerd, is geconstateerd dat om tot een aanzienlijke verbetering van de spraakverstaanbaarheid te komen, het aanbrengen van akoestisch dempende materialen van groot belang is.

Als dempend materiaal kan bijvoorbeeld gebruikt worden: Knauff Fibracoustic Alpha houtwolcementplaten voor esthetische plafonds met extra hoge geluidsabsorptie.

4 Omgaan met milieuwetgeving

Ten aanzien van het geluid van omroepinstallaties geldt een vrij complexe regelgeving. De hieronder beschreven soorten vergunningen en de daaraan gekoppelde eisen zijn bekend bij de geluidsdeskundigen van ProRail. Voor de bestaande stations is de ProRail Stations inspecteur aanspreekpunt.

4.1 Stroomdiagram omgevingshinder

Ter illustratie van de hieronder beschreven vergunningen is in figuur 3 een stroomdiagram toegevoegd. Er moet onderscheid gemaakt worden tussen geluidsinstallaties die zijn opgesteld;

- binnen een inrichting (in de zin van de Wet milieubeheer),
- buiten een inrichting (in de zin van de Wet milieubeheer).



Figuur 3 Stroomdiagram omgevingshinder

Voor onderhoud en mogelijke toekomstige aanpassingen aan het luidsprekernet dient de relevante inhoud van vergunningen met geluid beperkende maatregelen voor de stationsomroep opgenomen te worden in de IROS-database.

4.2 Omgevingsvergunning milieu of activiteitenbesluit

Emplacementen zijn in nagenoeg alle gevallen inrichtingen in de zin van de Wet milieubeheer waarvoor een omgevingsvergunning milieu vereist is. In sommige gevallen zijn stations onderdeel van deze omgevingsvergunning milieu. Een aantal jaar geleden is de lijn ingezet om stations geen onderdeel meer te laten uitmaken van deze omgevingsvergunning milieu. In deze situatie geldt dan dat, afhankelijk van de activiteiten op het station, voor dit station het activiteitenbesluit van toepassing is. O.a. zijn de geluidsnormen vanuit het activiteitenbesluit van toepassing. De regionale afdeling LJV kan over het algemeen informatie geven of een station nu onderdeel is van de omgevingsvergunning milieu of dat voor het station het activiteitenbesluit van toepassing is.

4.3 Geluidseisen

In de omgevingsvergunning milieu en activiteitenbesluit zijn geluidseisen (normen) gesteld. Er kunnen eisen aan de geluidsbronnen worden gesteld (door middelvoorschriften), maar bijna alle vergunningen bevatten doelvoorschriften die eisen stellen aan de geluidsimmissie ter hoogte van de gevels van geluidsgevoelige bestemmingen buiten de inrichting. Als er geen geluidsgevoelige bestemmingen in de directe omgeving zijn, dan wordt met een afstand van 50 meter vanaf de grens van de inrichting gerekend. Dit betreft dan enerzijds het gemiddelde geluid per tijdseenheid (het equivalente geluidsniveau, L_{aeq}), anderzijds de incidentele piekgeluiden (het maximaal geluidsniveau, L_{max}).

Omschrijving L_{aeq}

Teneinde fluctuerende geluidsniveaus qua geluidsterkte te kunnen kwantificeren wordt het equivalente geluidsniveau (L_{aeq}) gebruikt. Dit werkt als volgt: over een bepaalde periode, bijvoorbeeld de avondperiode (19.00-23.00 uur), wordt het geluid vanwege een geluidsbron (bijvoorbeeld de omroepinstallatie) gemeten en vervolgens wordt daaruit het L_{aeq} berekend:

"Het equivalente geluidsniveau over een bepaalde periode is het schijnbaar constante geluidsniveau met dezelfde energie-inhoud als het werkelijk optredende (fluctuerende) geluidsniveau in de desbetreffende periode".

De toegestane geluidsniveaus wordt door de overheid uitgedrukt in equivalent geluidsniveau over een bepaalde periode. Deze periodes verdelen het etmaal in 3 stukken: dag, avond en nacht met de respectievelijk grenzen: 07.00-19.00 uur, 19.00-23.00 uur en 23.00-07.00 uur. In de avondperiode wordt, in vergelijking tot de dagperiode, een 5 dB(A) lagere grenswaarde gehanteerd, in nachtperiode 10 dB(A).

Omschrijving L_{max} (Piekgeluid)

Voor vergunningen Wet milieubeheer kan (en zal doorgaans) het bevoegd gezag tevens een beperkende voorwaarde opleggen voor piekgeluiden. Vanuit het activiteitenbesluit worden ook eisen gesteld aan piekgeluiden. Piekgeluid wordt gedefinieerd als het hoogste optredende geluidsniveau in een bepaalde periode van het etmaal, gemeten in de stand "Fast" van de geluidsmeter. De grenswaarden (L_{max}) liggen bijna altijd op 70, 65 en 60 dB(A) in de dag-, avond of nachtperiode. Hoewel de optredende piekgeluiden reeds zijn verwerkt in het equivalent geluidsniveau, zijn de grenswaarden voor piekgeluiden apart genormeerd.

Voor omroepinstallaties, als ze tenminste niet voortdurend omroepberichten doorgeven, zal de L_{max} grenswaarde doorgaans maatgevend zijn. Bij gebruik in de vroege ochtend (voor 07.00 uur) en de late avond (na 23.00 uur) is de nachtwaarde, i.c. 60 dB(A) bij de dichtst bijgelegen woning maatgevend.

Voor gedetailleerde inregeling van de omroepinstallatie zie OHD 00134.

4.4 Activiteiten besluit

In januari 2012 is de wet milieubeheer gewijzigd. Voor alle inrichtingen geldt het activiteitenbesluit. Hierin staan standaardvoorschriften opgelegd door de rijksoverheid. Ook geluidsnormering staat in het activiteitenbesluit.

Voor de spoorbranche zijnde volgende typen van belang zijn:

- Type C inrichtingen, dit zijn de emplacementen. Hiervoor gelden een aantal hoofdstukken van het activiteitenbesluit en aanvullend een omgevingsvergunning milieu. Bij een enkel station vallen de perrons en stationsomgeving nog onder type C inrichting.
- Type B inrichtingen, dit zijn over het algemeen de stations. Hiervoor is het gehele activiteitenbesluit van toepassing.

Voor omroepgeluid geldt dus de normering zoals genoemd in het activiteitenbesluit, want omroep vindt plaats op de perrons, de hal en de traverse van de stations (type B inrichtingen).

In het activiteitenbesluit zijn de volgende (worst case) normwaarden genoemd voor de geluidsbelasting op geluidsgevoelige objecten (zoals woonhuizen):

Norm (dB(A))	Periode (uur)		
	07-19	19-23	23-07
L _{Ar,LT} op de gevel van gevoelige gebouwen	50	45	40
L _{Ar,LT} in in- en aanpandige gevoelige gebouwen	35	30	25
L _{Amax} op de gevel van gevoelige gebouwen	70	65	60
L _{Amax} in in- en aanpandige gevoelige gebouwen	55	50	45

4.5 Algemene plaatselijke verordening

De Algemene Plaatselijke Verordening (APV) is van toepassing wanneer:

1. het station geen deel uitmaakt van de omgevingsvergunning milieu voor het emplacement,
2. en de activiteiten die plaatsvinden op het station zo minimaal zijn dat het activiteitenbesluit niet van toepassing is.

Er zijn ook situaties mogelijk waarbij de APV van toepassing is aanvullend op de eisen vanuit de omgevingsvergunning milieu of activiteitenbesluit.

In de APV staat geschreven dat, zonder ontheffing van burgemeester en wethouders geen geluidshinder mag worden veroorzaakt. De verordening kent geen normering wanneer er sprake is van geluidshinder. ProRail hanteert om deze reden de bovenstaande normen uit het activiteitenbesluit de ook wanneer de APV van toepassing is.

4.6 Overschrijding van de geluidsimmissienormen

Bij overschrijding van de geluidsimmissienormen uit de omgevingsvergunning milieu of het activiteitenbesluit moeten geluidbeperkende maatregelen worden getroffen tenzij respectievelijk de omgevingsvergunning hierin voorziet of op grond van het activiteitenbesluit maatwerkvoorschriften voor hogere geluidsimmissienormen gelden. In de overige gevallen is een ontheffing van de APV gewenst

4.7 Mogelijkheden tot vermindering omgevingshinder in een bestaande installatie

Er ontstaan steeds meer problemen om een goede balans te vinden tussen de verstaanbaarheid van de stationsomroep voor de reizigers enerzijds en de geluidshinder naar omwonenden anderzijds. Verschillende veranderingen hebben hier recentelijk aan bijgedragen:

- Er wordt meer gebruik van de omroep gemaakt door de invoering van het info+ systeem.
- Er wordt frequenter gebruik gemaakt van de omroep voor serviceberichten.
- Verbeterde geluidskwaliteit door grootschalige kwaliteitsverbeteringen aan de omroepketen.
- Hernieuwde inregeling van de omroepsystemen.

Luidsprekernet

De bezwaren van omwonenden richten zich met name op:

- Berichtenfrequentie, deze is de laatste jaren flink toegenomen waardoor het halen van de lange tijd gemiddelde geluidsnorm L_{aeq} in gevaar komt.
- Volume, in veel gevallen oplosbaar met de automatische volumeregeling van IROS en horizontaal geplaatste luidsprekers.
- Berichtinhoud, vele (service)berichten worden door omwonenden als onzinnig ervaren, veelal omdat er op het perron geen reizigers aanwezig zijn;
- Tijdstippen, van veel berichten wordt de nut en noodzaak niet ingezien om deze 's avonds laat of 's ochtends vroeg te verstrekken.

Bij klachten van omwonenden behoren de onderstaande maatregelen tot de hinder reducerende mogelijkheden. In de tabel zijn indicatief de effecten op geluid omwonenden, verstaanbaarheid reiziger en kosten aangegeven.

Gemaakte afspraken omtrent overlast (beperking) dienen in ten allen tijde ook gecommuniceerd te worden naar ProRail Publieksvoorlichting zodat zij bij klachten over de meest actuele afspraken beschikken.

Nr.	Maatregel	Effect op geluid naar omwonenden	Effect op verstaanbaarheid voor reiziger	Kosten indicatie
1	Indien mogelijk, luidsprekers niet in de richting van de bewoning (enkelzijdig richten).	+	0	-
2	Op het perron verticale luidsprekerzuilen veranderen in horizontale luidsprekerzuilen. Dit levert een winst op van 6 a 7 dB naar de omgeving.	+++	0	--
3	Aanbrengen geregeld omroepniveau op basis van IROS en meetmicrofoon(s), omroepniveau 10 dB boven omgevingsniveau.	+	++	---
4	Verlagen van de headroom van 10 dB(A) naar 7 dB(A).	++	--	0
5	Aanbrengen dag-avond-nacht schakeling om 's avonds en 's nachts het omroepniveau te verlagen.	+	-	-
6	De omroep op de perronuiteinden verwijderen.	+	-	-
7	's Avonds en / of 's nachts afschakelen van perronuiteinden waar normaliter geen reizigers aanwezig zijn.	+	0	--
8	Uitsluitend het maximale geluidsniveau verlagen tot de milieu eis.	++	--	0

4.8 Perrons met gedeeltelijk geluidshinder naar omwonenden

Indien er voor slechts een deel van een perron sprake is van geluidshinder naar omwonenden dienen er alleen voor dat perrondeel overlast beperkende maatregelen genomen te worden waardoor het overige perron geoptimaliseerd kan blijven op spraakverstaanbaarheid voor de reiziger.

5 Realisatie en projectering

5.1 Algemeen

De luidspreker projectering is gebaseerd op de onderverdeling van het station in akoestische gebieden. Hierbij wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de standaard projecteringsrichtlijn.

5.2 Akoestische gebieden

Een station wordt verdeeld in akoestische gebieden om tot een optimale afstemming te komen op gebied van spraakverstaanbaarheid in relatie tot de omgeving waar deze wordt aangeboden. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met de omgeving van het station.

Elk akoestisch gebied is een ruimte met gelijkwaardige akoestische en omgevingseigenschappen. Het doel van de akoestische gebieden is een constante spraakverstaanbaarheid garanderen en de overlast naar de omgeving buiten het station zo veel mogelijk te beperken.

Bij het vaststellen van akoestische gebieden op een station moeten de volgende punten in acht worden genomen:

Er moet rekening gehouden worden met de volgende gebiedseigenschappen:

- Bouwkundige eigenschappen onder andere:
 - Nagalmtijd van de ruimte(s).
 - Afmetingen.
 - Gebruik van de ruimte (functionaliteit).
- Omgevingseigenschappen onder andere:
 - Kans op geluidsoverlast.
 - Type achtergrondgeluid (constant, fluctuerend, etc.).

Ook is het beoogde omroep ontwerp van belang voor de indeling van de akoestische gebieden:

- Toegepaste regeling
 - Vast niveau.
 - Automatische volumeregeling.
- Toegepaste luidsprekerconcept
 - Plafond.
 - Zuil.

Als laatste is het van belang wie de ruimte of het gebied beheert/uitbaat i.v.m. onderhoud.

- Beheerder/uitbater ruimte / gebied
 - ProRail.
 - Derden.
 - Verhuurd.
 - Etc.

Regeling akoestische gebieden

Voor elk akoestisch gebied moet een eigen inregelniveau mogelijk zijn.

Mogelijkheden voor een niveauregeling zijn:

- Aansturing vanuit één versterkerunit;
- Gebruik maken van wel of geen DANS;
- In uitzonderingsgevallen gebruik maken van volumeregelaars (en dan zoveel mogelijk gepositioneerd op één plaats, bij voorkeur de technische ruimte).

Bedenk dat ieder separaat inregelniveau een uitbreiding van de kabelcapaciteit met zich meebrengt.

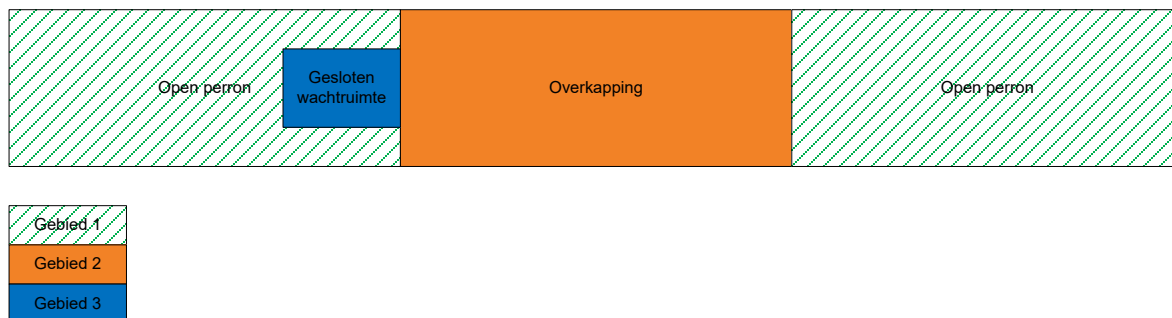
Voor meer details betreffende de regeling(en) en IROS functionaliteit wordt verwezen naar OVS00033.

Akoestische gebieden op doorsnee stations

Voor het grootste deel van de stations volstaat een indeling in de volgende gebieden:

- 1 Perrondelen buiten een overkapping;
- 2 Perrondelen onder een overkapping;
- 3 Binnenruimtes zoals gesloten (wacht)ruimtes.

Onderstaande figuur geeft een typische indeling van een station in akoestische gebieden.



Figuur 4 typische indeling in akoestische gebieden

In bovenstaand voorbeeld wordt gebied 3 voorzien van een vast niveau omdat in deze ruimten het achtergrondgeluid minimaal fluctueert.

Gebied 1 en 2 worden geregeld middels automatische volumeregeling. Omdat er bouwkundig verschil is tussen een open perrondeel en een overkapt perrondeel (geluidsreflecties onder de kap waardoor, bij hetzelfde elektrische niveau, een omroepbericht onder de overkapping harder klinkt (akoestisch hoger niveau) moeten deze gebieden met een verschillend niveau aangestuurd kunnen worden, en zijn het dus verschillende akoestische gebieden.

Grote (complexe) stations kunnen uit meer akoestische gebieden bestaan.

5.3 Projectering van omroep op het perron

Doelstelling binnen ProRail is om zo min mogelijk obstakels op perrons te projecteren, zodat reizigersstromen zo min mogelijk worden gehinderd. Daarom moet de omroep zo veel mogelijk geprojecteerd worden op of aan aanwezige constructies. Indien dit niet mogelijk is, kunnen specifieke constructies (zoals luidsprekermasten) worden toegepast.

Een veel voorkomende projectering op perrons is de X6-luidsprekerzuil, gemonteerd aan een kapconstructie of (licht)mast. In alle gevallen moet een zo gelijkmatig mogelijke geluidsdruk en dus projectering worden verkregen. Dit betekent dat de afstand tussen de luidsprekers met dezelfde aansturing niet of nauwelijks mag afwijken.

Horizontaal of verticaal

De keuze tussen horizontale of verticale plaatsing van de X6 luidsprekers hangt in grote lijnen af van de kans op overlast naar de omgeving.

Als algemene richtlijn kan gehanteerd worden dat op stations met bewoning binnen een straal van 50 meter horizontale projectie de voorkeur geniet, wanneer dit volgens de projecteringsrichtlijnen mogelijk is.

Eigenschappen horizontale projectering

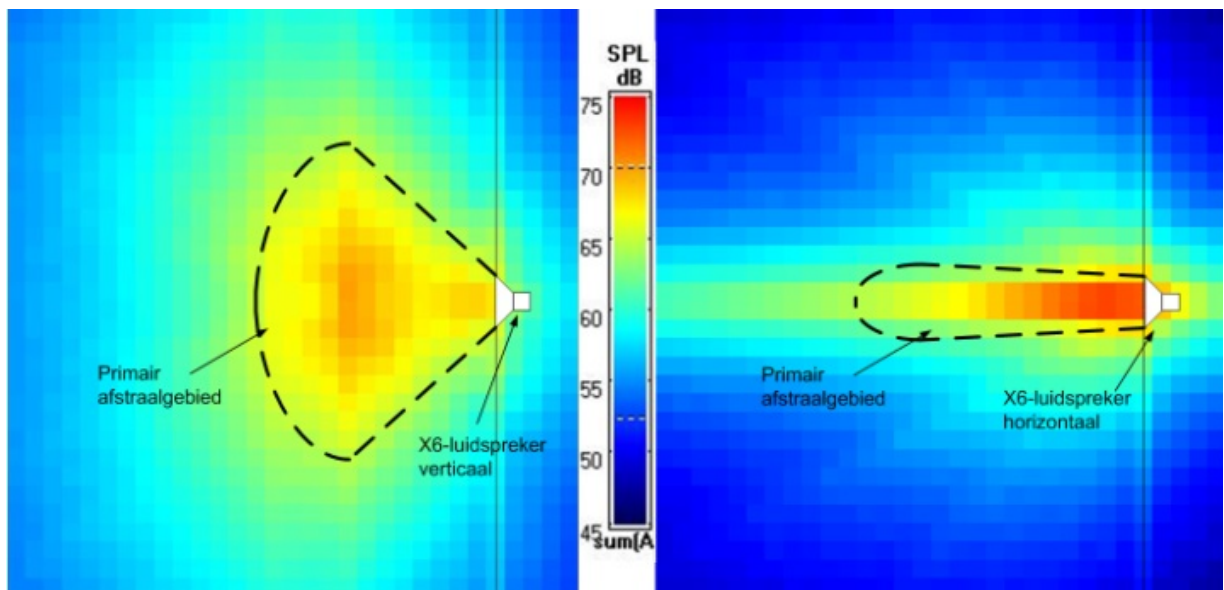
De horizontaal geplaatste X6 zuil heeft een sterk bundeleffect in het horizontale vlak, waardoor het geluid in een bundel op de perrons gehouden wordt. De geluidshinder van de omroep op de perrons naar de omwonenden (bezijden de perrons; niet in de lengterichting van de perrons) wordt hierdoor aanzienlijk beperkt. Vergeleken met de hinder bij gebruik van opstellingen met verticale zuilen scheelt dit 7 dB op een afstand van 50 m. Tevens kan de overspraak naar een naastgelegen perron worden verminderd, wat de spraakverstaanbaarheid ten goede komt. Hier staat tegenover dat op brede perrons één rij horizontale luidsprekers onvoldoende is om op de volledige perronbreedte een voldoende geluidsdruk te realiseren. Zie ook 'afstraalgedrag'.

Eigenschappen verticale projectering

De verticale projectering van X6 luidsprekers geeft de meest egale geluidsdruk over het perronoppervlak. Echter deze projecteringswijze geeft ook de meeste geluidshinder naar de omgeving en omwonenden. Alleen indien er geen sprake is van geluidshinder naar de omgeving en de omwonenden mag de verticale projectering toegepast worden

Afstraalgedrag

Onderstaande afbeelding geeft het afstraalgedrag van een X6-luidspreker welke verticaal is opgehangen ten opzichte van een X6-luidspreker welke horizontaal is opgehangen. Het enige verschil tussen beide simulaties is de draaiing van de X6-luidspreker (verticaal / horizontaal).



Figuur 5 Afstraalgedrag X6-luidsprekers verticaal en horizontaal (bovenaanzicht)

Het aantal rijen benodigde luidsprekers per perron is afhankelijk van een horizontale of verticale positionering van de luidsprekerzuilen.

Bij perrons die smaller zijn dan 6 meter kan worden volstaan met één rij horizontaal geplaatste luidsprekers. Bij perrons die gelijk zijn aan of breder zijn dan 6 meter moet een dubbele rij luidsprekers worden geplaatst, of overgegaan op één rij verticaal geplaatste luidsprekers.

Bij perrons die smaller zijn dan 8 meter kan worden volstaan met één rij verticaal geplaatste luidsprekers. Bij perrons die gelijk zijn aan of breder zijn dan 8 meter moet een dubbele rij luidsprekers worden geplaatst.

Normenkader Veilig Werken

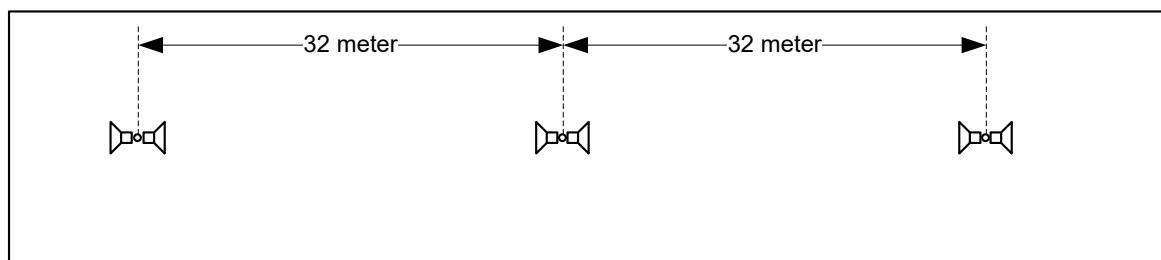
Er mogen geen luidsprekers worden geplaatst in gevarenszone A. Zo mogelijk worden de luidsprekers aangebracht in zone C en anders in zone B.

5.3.1 Perrondelen zonder overkapping

Projectering

Uitgangspunt voor de projectering van luidsprekers op perrondelen zonder overkapping zijn luidsprekerzuilen van het type X6, gemonteerd aan masten. Indien voor de luidsprekers separate masten benodigd zijn, dient rekening gehouden te worden met de geldende projecteringsregels voor masten.

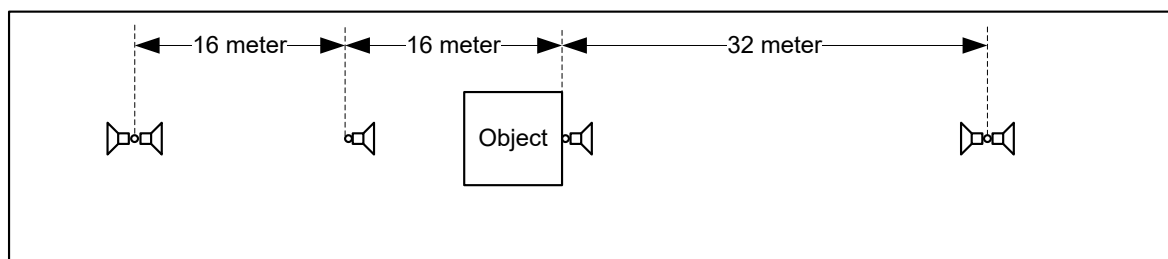
De X6 luidsprekers worden volgens de standaard projecteringsrichtlijn om de 32 meter rug-aan-rug geplaatst. Zie 6 voor een voorbeeld van de projectering.



Bovenaanzicht perrondeel

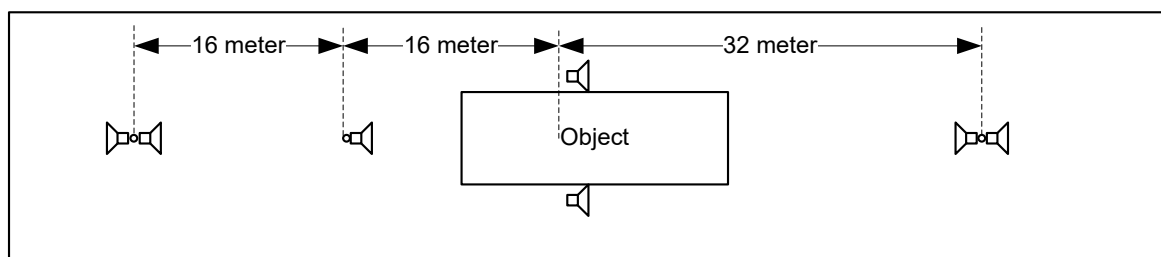
Figuur 6 Luidspreker projectering aan masten

Indien er op het perron obstakels zijn (b.v. abri of kiosk) waardoor het 32 meter rug-aan-rug stramien niet goed toepasbaar is kan op een gedeelte van het perron om de 16 meter enkelvoudige luidsprekers worden toegepast. Zie figuur 7 en figuur 8 voor een voorbeeld van de projectering.



Bovenaanzicht perrondeel

Figuur 7 Luidspreker projectering aan masten t.h.v. obstructie



Bovenaanzicht perrondeel

Figuur 8 Luidspreker projectering aan masten t.h.v. obstructie

5.3.2 Perronuiteinden

Om hinder naar de omgeving zoveel mogelijk te beperken worden perronuiteinden waar zich normaliter geen halterende treinen bevinden niet voorzien van luidsprekers of voorzien van afschakelbare luidsprekers. Incidenteel langere treinen worden hierbij buiten beschouwing gelaten.

Perronuiteinden zonder luidsprekers

Per perronuiteinde dient in overleg met de stakeholders te worden bepaald vanaf welk punt er gedurende de gehele dag geen halterende treinen bevinden en waar dus geen luidsprekers worden aangebracht. Echter indien het perronuiteinde toegang tot het perron geeft blijven de luidsprekers wel aanwezig.

Perrondelen met afschakelbare luidsprekers

Op perrondelen waar 's avonds of 's nachts geen halterende treinen bevinden maar overdag wel kunnen de luidsprekers in overleg met de stakeholders 's avonds of 's nachts afgeschakeld worden met ingang van de avond of nacht periode.

Aanbevolen wordt om luidsprekers onder een overkapping niet af te schakelen.

5.3.3 Perrondelen met overkapping

Uitvoeringsvormen

Er zijn verschillende uitvoeringsvormen van een overkapt perron zoals:

- perronkap alleen boven perron (standaard)
- perronkap boven perrons én sporen (niet standaard)
- dak boven perrons en sporen (niet standaard)

Ook zijn er in de praktijk vele varianten per uitvoeringsvorm. Voor overkapte perrons bestaat dan ook niet één uitvoeringsvorm maar zijn er meerdere realisatiemogelijkheden voor het luidsprekernet.

Projecteringsmogelijkheden

De realisatiemogelijkheden van omroep voor overkapte perrons zijn:

1. het aanbrengen van inbouwluidsprekers in de perronkap
 - veelal de aangewezen oplossing voor haltestations met een lage perronkap
 - uitvoering conform paragraaf 5.4.
2. het bevestigen van luidsprekerzuilen aan masten
 - de aangewezen oplossing voor hoge perronkappen
 - uitvoering conform de paragraaf "Perrondelen zonder overkapping".
 - Zie ook algemene projecteringsrichtlijn horizontaal / verticaal.
3. het bevestigen van luidsprekerzuilen aan de kapconstructie
 - Zie ook algemene projecteringsrichtlijn horizontaal / verticaal.
 - Projectering in grote lijnen conform de projectering van perrondelen zonder overkapping
 - Zie ook paragraaf 5.3.4.
4. het aanbrengen van inbouwluidsprekers in een lichtlijn
 - economische oplossing bij nieuwbouw
 - gunstig qua bereikbaarheid als de lichtlijn lager dan perronkap aangebracht is
 - uitvoering conform paragraaf 5.4. Indien dit niet mogelijk is, dient aangetoond te worden dat aan de topeis wordt voldaan (bijvoorbeeld middels een akoestische simulatie).

Montagehoogte

Om redenen van bereikbaarheid bij storingen dienen inbouwuidsprekers op perrons niet hoger dan 5 meter gehangen te worden.

Voor passieve luidsprekerzuilen geldt dat de onderzijde tussen de 2,5 en 4,0 meter boven het perron moet hangen voor een optimale prestatie.

5.3.4 **Luidsprekerzuilen onder een perronkap**

Montage en ontwerp

Als er componenten gemonteerd dienen te worden op of aan een bestaande (kap) constructie, mag deze constructie niet beschadigd worden. Dit is mogelijk door bijvoorbeeld gebruik te maken van klemconstructies. Bij een nieuwbouwconstructie is het wel toegestaan om de luidsprekersteun te integreren in de (kap) constructie, echter heeft dit niet de voorkeur omdat dit ten koste gaat van de flexibiliteit van het luidsprekernet en de wensen met betrekking tot gewijzigde luidspreker projectering. Luidsprekerposities zijn in de toekomst moeilijker te wijzigen. Bijvoorbeeld bij het vrijkomen van nieuwe producten of bij implementatie van nieuwe inzichten bij o.a. overlastbeperking en treinenloop.

Projectering

In grote lijnen is de projectering van luidsprekerzuilen onder een perronoverkapping gelijk aan de projectering van zuilen op een open perron. Er zijn echter een paar verschillen:

- Onder een overkapping staan in de centrumlijn vaak objecten zoals vertrekstaten, windschermen, etc. Deze worden gezien als akoestische obstructies, waardoor een noodzaak ontstaat van een dubbele luidsprekerrij, ongeacht de perronbreedte. (één aan iedere zijde van de akoestische obstructie)
- Indien een dubbele rij luidsprekers onder een overkapping noodzakelijk is, kan vaak overgegaan worden naar horizontaal geplaatste luidsprekers. Dit heeft onder een overkapping, vaak ook esthetisch gezien de voorkeur terwijl mogelijke overlast beter beperkt wordt.
- Montagemogelijkheden aan de perronkap zijn niet altijd exact elke 32 of elke 16 meter beschikbaar. Hier dient een goede modus in gevonden te worden. Richtlijnen hierbij zijn dat één luidspreker een maximaal bereik van 16 meter heeft. Dit mag nooit overschreden worden. In het kader van efficiëntie dient een minimaal bereik van 10 meter per luidspreker aangehouden te worden.
- Het luidsprekergrid van de luidsprekers onder de overkapping dient gelijkmatig te zijn, om een gelijkmatige geluidsdrukverdeling te creëren. Dit is genoemd als een aandachtspunt onder de overkappingen, omdat de montagemogelijkheden hier mede afhankelijk zijn van (reeds aanwezige) kapconstructies.

5.4 **Omroep in hallen / wachtruimtes**

5.4.1 **Stationshallen met een laag plafond**

Voor kleine stationshallen met een laag plafond (lager dan 5 meter) kunnen in het algemeen in- en opbouwuidsprekers toegepast worden. Inbouwuidsprekers zijn bij uitstek geschikt voor inbouw in plafonds van lage hallen. Door het introduceren van overlapping wordt een zo groot mogelijke verhouding bereikt tussen direct en diffuus geluid, wat gunstig is voor de spraakverstaanbaarheid. Bij plafondhoogten van 4.5 meter en hoger kan tevens de hemidirectionele luidspreker toegepast worden. Zie ook 'Stationshallen met hoog plafond'.

In die gevallen waarbij de ruimte, waarin omgeroepen moet worden, afwijkt bij wat gangbaar is of een lange nagalm heeft kan men overwegen om verticale X6 luidsprekers toe te passen. In dit geval dient echter aangetoond te worden dat aan de topeis kan worden voldaan.

5.4.2 Stationshallen met hoog plafond

Stationshallen met een hoog plafond kunnen voorzien worden van verticale X6 luidsprekers om de de meest egale geluidsdruk over de stationshal te krijgen en zo weinig mogelijk geluid naar het plafond te sturen. Er dient bij deze projectering aangetoond te worden dat aan de topeis kan worden voldaan

Een alternatief voor stationshallen met een hoog plafond kan de Bosch LS1-OC100E Hemidirectionele luidspreker zijn. Deze luidspreker heeft een grote openingshoek voor de hogere frequenties en daardoor toepasbaar in de stationshallen met een hoog plafond. De luidspreker is geschikt voor muziek.

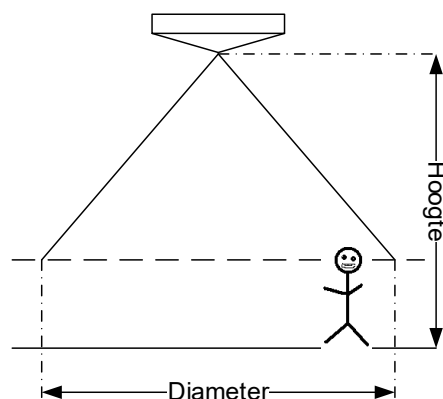
Projectering

De openingshoek van de luidspreker en het geluidsdrukniveau maken het mogelijk een gebied van maximaal ~25 x 25 m te bereiken mits voldoende plafondhoogte beschikbaar is. Tot de maat van 25 x 25 m ontstaan geen storende looptijdverschillen met de rest van de omroepinstallatie.

De gewenste maximale variatie van de geluidsdruk (SPL) tussen het midden en de rand van het luistergebied is 6 dB. De geluidsdruk aan de rand van het luistergebied dient aan te sluiten bij de geluidsdruk van de aansluitende luidsprekers van de omroepinstallatie.

Onderstaande tabel kan gehanteerd worden voor het vaststellen van het maximaal van geluid te voorziene gebied in relatie tot de montagehoogte.

Montagehoogte [m]	Diameter [m]
4.5	7.4
5.0	8.7
5.5	9.9
6.0	11.1
6.5	12.3
7.0	13.4
7.5	14.8
8.0	16.1
8.5	17.3
9.0	18.5
9.5	19.8
10.0	21.0
10.5	22.2
1.0	23.5
11.5	23.8
12.0 t/m 14.0	25.0



De *montagehoogte* is de hoogte waarop de onderzijde van de luidspreker zich bevindt.

De *diameter* is het gebied op oorhoogte dat door de luidspreker van geluid wordt voorzien.

De LS1-OC100E kent een aantal beperkingen:

- De onderhoudbaarheid is lastig door de montagehoogte in combinatie met de afmetingen 800 x 425 mm (diameter x hoogte) en het gewicht van 29 kg.
- Het benodigd vermogen is relatief hoog (25 W)
- De naam Bosch staat prominent op de luidspreker terwijl het ProRail beleid is om geen leveranciersnamen te tonen. Bij de plaatsing dient de tekst Bosch aan die zijde geprojecteerd te worden waarbij dit voor de reizigers niet opvalt. Een alternatief is om de tekst Bosch af te plakken of te overschilderen.

Voor toepassing van de LS1-OC100E is toestemming van de vakdeskundige Stations nodig om de onderhoudbaarheid te toetsen.

5.4.3 Abri's en gesloten wachtruimten

Gesloten abri's en wachtruimten worden voorzien van één of meerdere inbouwluidsprekers. Projectering op basis van de paragraven stationshallen.

In de regel is één luidspreker in het plafond (gebaseerd op een standaard glazen abri) voldoende. Open abri's worden voorzien van een inbouwluidspreker als dit voor het verkrijgen van voldoende spraakverstaanbaarheid in de abri nodig is. Bijvoorbeeld als deze afgeschermd is voor het geluid van andere luidsprekers.

Opbouwluidsprekers worden vanwege vandaalgevoeligheid niet in abri's of wachtruimten met een laag plafond toegepast.

5.4.4 Tickets & serviceruimten voor de balie

In de Tickets & serviceruimte valt de ruimte voor de balie onder de transferfunctie en dient dus voorzien te zijn van omroep conform het onderdeel 'stationshallen'.

5.5 Omroep in tunnels en traversen

5.5.1 Traversen

Voor traversen gelden gelijke projecteringsregels als voor de stationshallen.

5.5.2 Tunnels

Voor stationstunnels kunnen in het algemeen in- en opbouwluidsprekers toegepast worden.

Bij voorkeur wordt gebruik gemaakt van inbouwluidsprekers in het plafond. Indien inbouw in het plafond niet mogelijk is kan gebruik gemaakt worden van inbouwluidsprekers in de wand.

Indien inbouwluidsprekers niet in het plafond of wanden geplaatst kunnen worden, kan gebruik gemaakt worden van opbouwluidsprekers op plafond of op de wand. Deze opbouwluidsprekers zijn echter gevoeliger voor vandalisme.

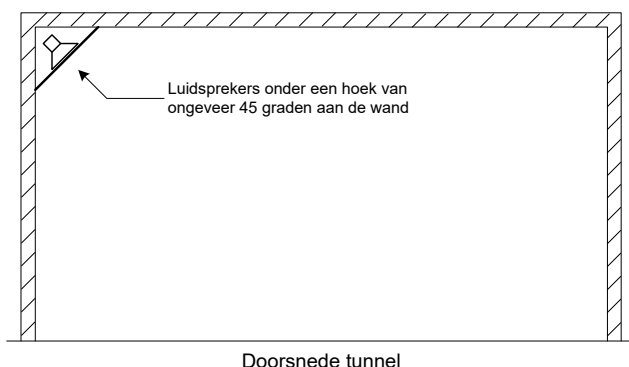
Projectering plafondluidsprekers

Voor de projectering van in- of opbouwluidsprekers in/op het plafond kan gebruik gemaakt worden van de projecteringsregels zoals in de paragraaf "Stationshallen lager dan 5 meter" beschreven.

Projectering wandluidsprekers

Voor de projectering van wandluidsprekers gelden de volgende punten;

- In de wand gebouwde inbouwluidsprekers leveren in gesloten ruimten een goede spraakverstaanbaarheid, mits de gesloten ruimte een breedte heeft van minder dan 9 meter.
- Voorkeur heeft een positionering conform onderstaande afbeelding.
- De luidsprekers worden gemonteerd op een hoogte tussen de 2,5 en 5 meter.
- De afstand tussen de luidsprekers moet ca. 3 meter bedragen.
- Bij een afstand tussen de wanden tot 6 meter wordt aan één zijde ingebouwd. Bij een afstand tussen de wanden van 6 tot 9 meter wordt aan twee zijwanden ingebouwd.
- De verkantingshoek is afhankelijk van de plaatsingshoogte en het te bestrijken omroepgebied.



Figuur 12 Voorkeur positionering wandluidsprekers.

5.5.3 Overgangsgebieden van en naar verbindingfuncties

Overgangsgebieden van verbindingfuncties naar bijvoorbeeld perrons zijn vaak ongelijkvloers. Dit zijn in de regel (rol)trappen of hellingbanen. In de meeste gevallen wordt de omroep daar al gerealiseerd door een goede plaatsing van luidsprekers op het perron en de loopverbindingsfunctie. In enkele gevallen (zeer lange trappen) is het aan te raden invulluidsprekers te plaatsen. Hierbij dient uiteraard rekening gehouden te worden met de bereikbaarheid van de componenten voor onderhoud / vervanging.

5.6 Omroep in commerciële ruimtes

De stationsomroep wordt door ProRail geprojecteerd in de transfergebieden van stations. Naast de transfergebieden wordt de commerciële gebieden onderkend. Het aanbrengen van omroep in de commerciële gebieden is een facilitaire dienst en bijbehorende kosten kunnen worden doorbelast aan de aanvrager. Er zijn twee mogelijkheden om de omroep in commerciële ruimtes te faciliteren;

- Middels een 100V signaal.
- Middels een 0dBm signaal.

Realisatie op basis van 100 V signaal

Realisatie op basis van het 100 V signaal is mogelijk indien in de commerciële ruimte luidsprekers worden gebruikt uit het ProRail productpakket in dit voorschrift.

Er wordt hierbij gebruik gemaakt van een verdeel- en scheidingspunt vanuit de technische ruimte waar de omroep onderpost zich bevindt (e.e.a. volgens de isra punt gedachte bij telefonie) zodat het bij storingen in het luidsprekernet van de commerciële ruimte mogelijk is om vanuit de technische ruimte de commerciële ruimte af te schakelen zonder dat dit invloed heeft op het functioneren van de rest van het luidsprekernet.

De bekabeling van de commerciële ruimte bestaat uit een separate omroepkabel (voorkeur) of een separaat aderpaar om de 100 Volt omroep toe te leveren

Beschikbare opties zijn:

- Inbouwluidspreker/opbouwluidspreker.
- Opbouwluidspreker met geïntegreerde volumeregelaar.
- Volumeregelaar.

Realisatie op basis van 0 dBm signaal

Realisatie op basis van het 0 dBm signaal wordt toegepast indien de commerciële ruimte een eigen geluidsinstallatie heeft waarop de stationsomroep moet inbreken.

De technische realisatie is als volgt:

- Het aanbieden van een 0 dBm omroepsignaal aan een installatie van derden eventueel aangevuld met een schakelcontact "omroep actief".
- Er wordt gebruik gemaakt van de 0 dBm uitgang van de IROS Accent 8x8 en ProRail bekabeling
- Om galvanische scheiding te verkrijgen wordt een 1:1 scheidingstrafo achter de Accent 8x8 geplaatst. Zie ook OVS00033.
- Afhankelijk van de aan te sluiten apparatuur en lengte van de verbindingweg dient aan de zijde van de commerciële ruimte ook een 1:1 scheidingstrafo geplaatst te worden.
- Bij de IROS wordt het schakelcontact "omroep actief" betrokken van het potentiaal vrije contact "omroep actief" dat in serie met de 24 Volt voeding aan het relais wordt aangeboden.

Onderstaand staat per type commerciële ruimte het omroepbeleid en de realisatiewijze beschreven.

5.6.1 Toiletruimten

De toiletruimten (hier vallen niet de losse cabine toiletunits onder) zijn de enige commerciële ruimten welke onder de transferfunctie vallen. De toiletruimten dienen niet voorzien te worden van omroep.

5.6.2 Tickets & serviceruimten achter de balie

Omroep kan op aanvraag van de vervoerder beschikbaar gesteld worden.

In een tickets & serviceruimten kan ten behoeve van de medewerkers een kleine luidspreker worden geplaatst, eventueel in combinatie met een volumeregeling.

De luidspreker moet op zodanige afstand van de medewerkers geplaatst worden dat geen hinder van de omroepberichten ondervonden wordt.

Let op: in de Tickets & serviceruimte valt de ruimte voor de balie onder de transferfunctie en dient dus voorzien te zijn van omroep.

Verstoring loketintercom

De loketintercom kan tijdens het omroepen onbruikbaar worden, doordat luidsprekers op de loketten gericht staan. Bij de loketten dient het geluidsniveau van de omroep laag gehouden te worden.

Terugkoppeling

Terugkoppeling treedt op als het geluid van de luidsprekers opgevangen wordt door de microfoon (lokaal inspreekpunt) tijdens het lokaal omroepen. Hierdoor ontstaat een lus in het omroepsysteem. Wanneer de rondgaande versterking groter dan 1 wordt, gaat het omroepsysteem oscilleren ("rondzingen"). Dit verschijnsel is o.a. te voorkomen door ervoor te zorgen dat de microfoon geen hoog geluidsniveau van de omroeluidsprekers kan ontvangen.

5.6.3 Stationsrestaurants

Omroep kan op aanvraag beschikbaar gesteld worden.

Realisatie vindt plaats op basis van een 0 dBm of een 100 V signaal (zie onderstaande paragrafen).

5.6.4 Winkels en overig

Op grote stations waar winkels deel uitmaken van het stationsgebouw, de passage of tunnel en waar deze een belangrijke wachtfunctie vervullen kan op aanvraag omroep beschikbaar gesteld worden. Realisatie vindt plaats op basis van een 0 dBm of een 100 V signaal (zie onderstaande paragrafen).

5.6.5 Fietsenstallingen

Fietsenstallingen dienen niet voorzien te worden van omroep.

5.6.6 Dienstruimten vervoerders

Er worden geen omroepvoorzieningen beschikbaar gesteld. Onder dienstruimten vallen ruimten zoals kantoor perrondienstleider, verblijfsruimten personeel vervoerders en kantines vervoerders.

5.7 Voorplein

Het voorplein dient niet voorzien te worden van omroep.

6 Individuele onderdelen van het luidsprekernet

Dit hoofdstuk beschrijft de beschikbare vrijgegeven componenten. Van de beschikbare luidsprekers zijn tevens aanvullende productspecificaties beschikbaar op de websites van de leveranciers.

6.1 Het 100V systeem

Stations dienen voorzien te zijn van een 100V luidsprekernet. Hierbij zijn de omroepversterkers voorzien van 100V uitgangen en zijn de luidsprekers geschikt voor aansturing met een 100V versterker.

6.2 Passieve luidsprekers

De volgende passieve luidsprekers zijn vrijgegeven voor gebruik binnen ProRail:

Type	Toepassing	Korte specificaties
X6 luidsprekerzuil Leverancier: Elomet 	Voornamelijk op perrons, buiten en onder kappen. Kan toegepast worden in weer en wind.	openingshoek 4kHz: horiz. 120°, vert. 20° gevoeligheid (1W 1 kHz 1 m): 102,7 dB(A) frequentiebereik: 170 Hz -16 kHz instelling: 1,3 W geschikt voor ontruiming: nee kleur: grijs, zwart of aluminium (andere kleuren op aanvraag).
LA1-UM40E luidsprekerzuil Leverancier: Bosch 	In de Multi Purpose Mast en uitsluitend als alternatief voor de X6 luidsprekerzuil daar waar geschiktheid voor ontruiming geëist is.	openingshoek 4kHz: horiz. 92°, vert. 12° gevoeligheid (1W 1 kHz 1 m): 95 dB(A) frequentiebereik: 250 Hz -16 kHz instelling: 5 W geschikt voor ontruiming: ja kleur: wit
V1 lichtlijn luidspreker Leverancier: Elomet 	Voornamelijk in lichtlijnen in bijvoorbeeld wachruimten, abri's, kleine stationshallen. Kan toegepast worden in weer en wind. Zeer lage inbouwdiepte.	openingshoek 4kHz: horiz. 80°, vert. 80° gevoeligheid (1W 1 kHz 1 m): 89 dB(A) frequentiebereik: 120 Hz - 17 kHz instelling: 0,7 W (alt. 1,4 W) geschikt voor ontruiming: nee
LC1-WM06E8 inbouw luidspreker Leverancier: Bosch 	Voornamelijk in wachruimten, abri's, kleine stationshallen en commerciële ruimtes. Kan toegepast worden in binnen- en beschutte buitenlocaties.	openingshoek 4kHz: horiz. 128°, vert. 128° gevoeligheid (1W 1 kHz 1 m): 88 dB(A) frequentiebereik: 85 Hz - 20 kHz instelling: 0,75 W (alt. 1,5, 3 of 6 W) geschikt voor ontruiming: ja kleur: wit, overschilderbaar.

Luidsprekernet

Type	Toepassing	Korte specificaties
LC1-WC06E8 inbouwluidspreker Leverancier: Bosch 	Voornamelijk in wachruimten,abri's, en kleine perronkap-pen. Kan toegepast worden in weer en wind.	Openingshoek 4kHz: horiz. 75°,vert. 75° gevoeligheid (1W 1 kHz 1 m): 89 dB(A) frequentiebereik: 120 Hz - 17 kHz instelling: 0,75 W (alt. 1,5, 3 of 6 W) geschikt voor ontruiming: ja kleur: wit, andere kleur op aanvraag.
LC4-UC06E inbouw-luidspreker Leverancier: Bosch 	Uiterst geschikt voor lage ruimtes zoals tunnels wegens extreem grote openingshoek. Voornamelijk in tunnels wachruimten, kleine stationshallen en commerciële ruimtes. Kan toegepast worden in binnen- en beschutte buitenlocaties.	Openingshoek 4kHz: horiz. 180°,vert. 180° gevoeligheid (1W 1 kHz 1 m): 88 dB(A) frequentiebereik: 65 Hz - 20 kHz instelling: 0,75 W (alt. 1,5, 3 of 6 W) geschikt voor ontruiming: ja kleur: wit, overschilderbaar.
LB1-UM06E opbouw-luidspreker Leverancier: Bosch 	Voornamelijk in wachruimten, kleine stationshallen en commerciële ruimtes. Kan toegepast worden in binnen- en beschutte buitenlocaties.	Openingshoek 4kHz: horiz. 56°,vert. 56° gevoeligheid (1W 1 kHz 1 m): 86 dB(A) frequentiebereik: 60 - 20 kHz instelling: 1,5 W (alt. 0,75, 3 of 6 W) geschikt voor ontruiming: ja kleur: wit.
LS1-OC100E Leverancier: Bosch 	Voornamelijk in stationshallen met een hoog plafond. Kan toegepast worden in binnen- en beschutte buitenlocaties. Geschikt voor muziek.	openingshoek 4kHz: horiz. 145°,vert. 170° gevoeligheid (1W 1 kHz 1 m): 89 dB(A) frequentiebereik: 60 - 17 kHz instelling: 25 W (alt. 50 of 100 W) geschikt voor ontruiming: ja kleur: zilver gewicht: 29 kg
LBC 3432/03 Leverancier: Bosch 	Invulluidspreker voor moeilijk toegankelijke locaties zoals (rol)trappen waarbij het vanuit bereikbaarheid ongewenst is om direct boven de (rol)trappen een luidspreker te monteren.	Openingshoek 4kHz: horiz. 56°,vert. 56° gevoeligheid (1W 1 kHz 1 m): 94 dB(A) frequentiebereik: 170 - 20 kHz instelling: 2,5 W (alt. 5, 10 of 20 W) geschikt voor ontruiming: ja kleur: wit.

Vermogensinstelling luidspreker

Veel van de luidsprekers uit voorgaande overzicht hebben verschillende vermogensinstellingen. In het algemeen wordt het laagste vermogen gehanteerd tenzij er specifieke redenen zijn een hoger vermogen te gebruiken.

Lijnafsluiting

Om fluctuatie van een versterker, waar één of twee luidsprekers op aangesloten zijn te ondervangen en een juiste werking van de lijn bewaking te behouden, dient de lijn te worden afgesloten met een condensator van 22nF/630V. Deze condensator moet gemonteerd worden bij de luidspreker met de langste verbindingsweg.

6.3 Actieve luidsprekers

Actieve luidsprekers worden niet meer toegepast.

Het blijkt dat actieve luidsprekers te duur in aanschaf en in onderhoud zijn ten opzichte van passieve luidsprekers. Daarbij worden de kosten niet alleen veroorzaakt door de luidspreker zelf maar ook door de benodigde 230V noodstroomvoorziening.

6.4 Luidsprekerpositienummering

Elke luidsprekerpositie moet worden voorzien van een uniek positie nummer.

De luidsprekerpositienummers worden niet aangebracht op de luidspreker zelf (bij vervanging van de luidspreker bestaat dan de kans dat het fysieke nummer verdwijnt) maar op de luidsprekersteun of nabij een inbouw-luidspreker. Het nummer moet zodanig zijn aangebracht dat het vanaf het perron leesbaar is.

Het luidsprekerpositienummer bestaat uit twee delen;

- 1) Locatie aanduiding
- 2) Volgnummer

Enkele voorbeelden van luidsprekernummers zijn weergegeven in onderstaande figuur.

S1-001	Spoor 1, luidspreker nummer 1
S2/3-016	Perron tussen spoor 2 en spoor 3, luidspreker nummer 16
H-001	Stationshal, luidsprekernummer 1

Figuur 14 Voorbeelden luidsprekernummering

Onderstaande afbeelding geeft enkele luidsprekernummers zoals reeds toegepast weer.



6.5 Volumeregelaars

In het luidsprekernet worden zo min mogelijk volumeregelaars gebruikt; een alternatief voor het toepassen van volumeregelaars is het gebruiken van een andere versterkeruitgang van IROS.

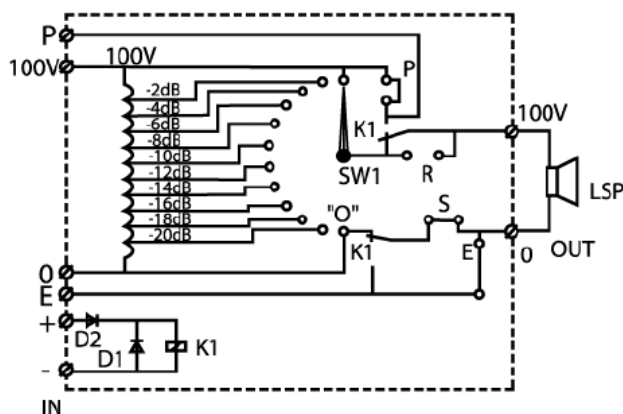
De voorziene toepassingen zijn:

1. Niveauregeling in de commerciële functie, bijvoorbeeld de tickets & serviceruimte achter de balie, winkels en restauraties. Hierbij is het streven dat het regelbare vermogen niet meer dan 5% van de betreffende aangesloten versterkerbelasting op het versterkerkanaal is, met als achtergrond dat dit dan niet tot een alarmering van de luidsprekerbewaking leidt.
2. Afschakelen van het achterliggende luidsprekernet bij gebruik van het lokale inspreekpunt om rondzingen te voorkomen. Hiertoe zijn alle volumeregelaars van een afschakelrelais voorzien. Voor de aansturing van het afschakelrelais zie de paragraaf "Omroep in commerciële ruimten".

De gebruikte volumeregelaars zijn:

Volumeregelaar	vermogen	inbouw wijze	status
Bosch LBC 1400/10	12 W	MK	actueel
Bosch LBC 1401/10	12 W	U40	actueel
Bosch LBC 1410/10	36 W	MK	actueel
Bosch LBC 1411/10	36 W	U40	actueel
Bosch LBC 1420/10	100 W	MK D/E2	actueel

Aansluitwijze Bosch LBC volumeregelaar



Projectering

Volumeregelaars worden, zo veel mogelijk geclusterd, geplaatst op de volgende plaatsen:

- 1) In de 19" kast waar ook de omroep onderpost in is geplaatst, of bij ruimtegebrek in de kast, nabij de kast.
- 2) Bij uitzondering kunnen volumeregelaars worden toegepast in klemmenkasten in het luidsprekernet buiten de technische ruimte waar de omroep onderpost is geplaatst. Dit alleen indien dit niet anders kan.
- 3) Bij uitzondering in een commerciële ruimte. Met een volumeregelaar in een commerciële ruimte kan alleen het volume van de betreffende commerciële ruimte geregeld worden.

6.6 Masten en ophangconstructies

Masten met X-6 luidsprekerzuilen

Er zijn diverse masten en ophangconstructies in omloop voor de montage van X-6 luidsprekerzuilen. Onderstaande tabel geeft een beeld van de meest voorkomende type masten, met de mogelijke combinaties van componenten.

Mast	Voorzien van	Te combineren met horizontale X6-luidspreker?	Te combineren met verticale X6-luidspreker?
Flessenhals 	Lichtarmatuur	Alleen indien lichtbeeld niet te veel nadelig wordt beïnvloed	Ja
	Klok	Nee	Ja
	Lichtarmatuur + klok	Nee	Ja
Verjongend 	Lichtarmatuur	Alleen indien lichtbeeld niet te veel nadelig wordt beïnvloed	Ja
	Klok	Nee	Ja
	Lichtarmatuur + klok	Alleen i.o.m. ProRail Stations vakdeskundige en indien lichtbeeld niet te veel nadelig wordt beïnvloed.	Ja
VTG 	Lichtarmatuur	Ja, gebruik maken van 'zadeltas constructie'	Ja
	Klok	Ja, gebruik maken van 'zadeltas constructie'	Ja
	Lichtarmatuur + klok	Ja, gebruik maken van 'zadeltas constructie'	Ja

Luidsprekernet

Mast	Voorzien van	Te combineren met horizontale X6-luidspreker?	Te combineren met verticale X6-luidspreker?
NS 4000 mast met van Doorn uithouder incl. verlichting. 	Lichtarmatuur	Ja	Nee
	Klok	Nee	Nee
	Lichtarmatuur + klok	Nee	Nee
NS 4000 mast met 4000 uithouder 	Lichtarmatuur	Ja	Ja
	Klok	Ja	Nee
	Lichtarmatuur + klok	Nee	Nee

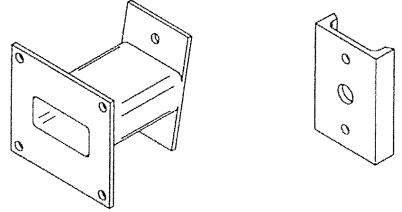
Multi Purpose Mast met LA1-UM40E luidsprekerzuilen

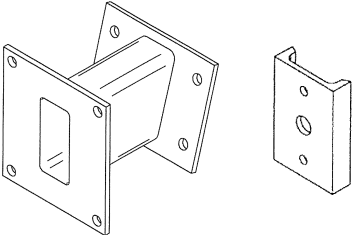
De Multi Purpose Mast is speciaal ontworpen als dragen van diverse soorten apparatuur zoals verlichting, luidsprekers, klok en camera. De Bosch LA1-UM40E luidspreker is in het ontwerp van de mast geïntegreerd en kan zowel dubbelzijdig als enkelzijdig geplaatst worden.

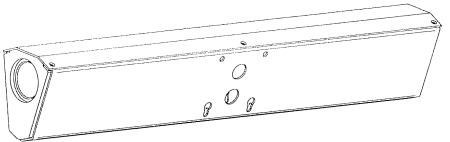
Mast	Voorzien van	Te combineren met horizontale LA1-UM40E luidspreker?	Te combineren met verticale LA1-UM40E luidspreker?
Multi Purpose Mast 	Lichtarmatuur	Ja	Nee
	Klok	Ja	Nee
	Lichtarmatuur + klok	Ja	Nee

Luidsprekernet
Vrijgegeven luidsprekersteunen

Onderstaande tabellen geven een lijst van de vrijgegeven luidsprekersteunen, eventueel met bijbehorende uithouders en hulpstukken.

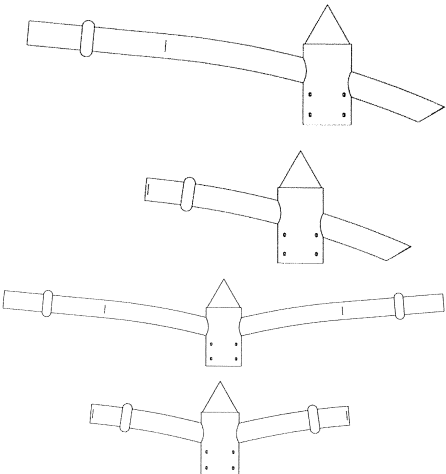
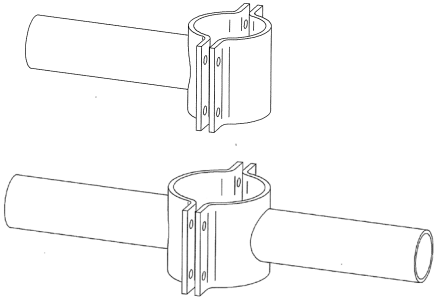
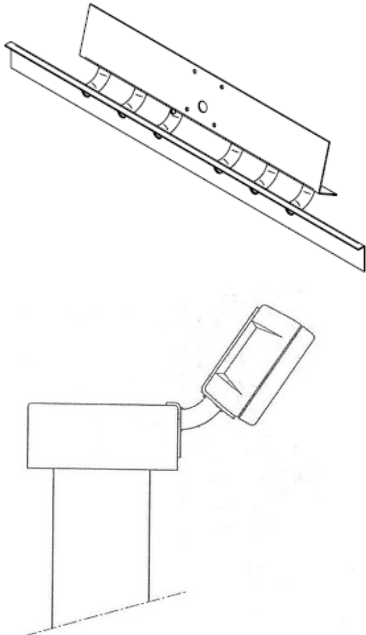
<i>Voor</i>	X6-luidspreker	
<i>Luidsprekerpositie</i>	Verticaal	
<i>Toepasbaar</i>	Vierkante masten als VTG, vlakke wanden. Met hulpstuk tevens geschikt voor ronde masten als NS4000.	
<i>Tekeningnummer</i>	030069 (montagemogelijkheden, barcode 341232) 030549 (bevestigingsmiddelen, barcode 341263)	
<i>Bestelnummer</i>	9002622 (luidsprekersteun) 9000356 (hulpstuk)	

<i>Voor</i>	X6-luidspreker	
<i>Luidsprekerpositie</i>	Horizontaal	
<i>Toepasbaar</i>	Vierkante masten als VTG, wanden. Met hulpstuk tevens geschikt voor ronde masten als NS4000.	
<i>Tekeningnummer</i>	9002622A (luidsprekersteun) 9000356A (hulpstuk)	
<i>Bestelnummer</i>	9002622 (luidsprekersteun) 9000356 (hulpstuk)	

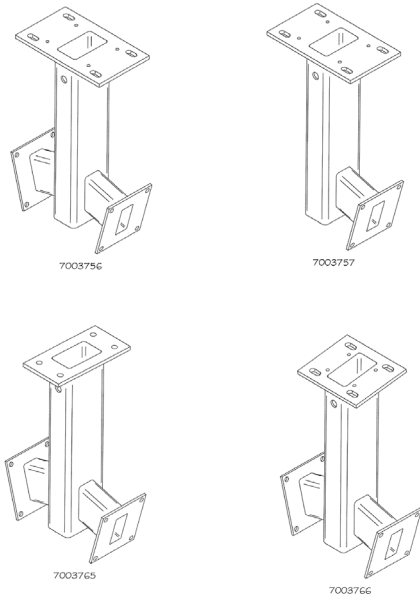
<i>Voor</i>	X6-luidspreker	
<i>Luidsprekerpositie</i>	Horizontaal	
<i>Toepasbaar</i>	Met diverse uithouders geschikt voor ronde masten als NS4000. (zie onderstaande tabel)	
<i>Tekeningnummer</i>	9003477B (Mast Services Nederland) PP41112 (Railpro, enkelzijdige bevestiging) PP41113 (Railpro, tweezijdige bevestiging)	
<i>Bestelnummer</i>	9003477 (Mast Services Nederland, voor enkel en dubbele bevestiging) PP41112 (Railpro, enkelzijdige bevestiging) PP41113 (Railpro, tweezijdige bevestiging)	

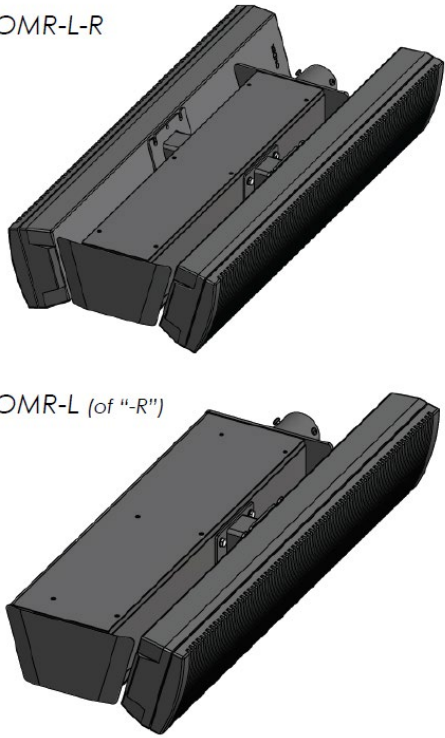
Luidsprekernet

De volgende uithouders kunnen worden gebruikt in combinatie de hierboven genoemde luidsprekersteun:

<i>Voor</i>	Horizontale luidsprekersteun vorige tabel.	
<i>Toepasbaar</i>	NS4000 masten	
<i>Omschrijving</i>	Diverse uithouders voor NS4000 masten, welke gecombineerd kunnen worden met de luidsprekersteun uit vorige tabel. Deze zijn opgenomen in de standaard catalogus voor NS4000 masten. De NS4000 mast moet voorzien zijn van twee serviceluiken, het bovenste luik voor de klemmenkast omroep en het onderste luik voor het verlichtingsarmatuur.	
<i>Voor</i>	Horizontale luidsprekersteun vorige tabel.	
<i>Toepasbaar</i>	Ronde masten	
<i>Omschrijving</i>	Diverse uithouders voor ronde masten, welke gecombineerd kunnen worden met de luidsprekersteun uit vorige tabel. Uithouders zijn te bestellen bij Mastservice Nederland.	
<i>Voor</i>	Zadeltas constructie voor X6-luidspreker	
<i>Luidsprekerpositie</i>	Horizontaal	
<i>Toepasbaar</i>	VTG-masten	
<i>Tekeningnummer</i>	030091 (ProRail, barcode 000343965) 7003754A (mast service Nederland)	
<i>Bestelnummer</i>	PP41116 (Railpro / Mast Services Nederland)	

Luidsprekernet

<i>Voor</i>	Diverse pendels voor X6-luidsprekers	
<i>Luidspreker-positie</i>	Horizontaal / verticaal	
<i>Toepasbaar</i>	Onder overkappingen	
<i>Tekening / referentie</i>	7003756 7003757 7003765 7003766	

<i>Voor</i>	Constructie voor X6-luidspreker	
<i>Luidspreker-positie</i>	Horizontaal	
<i>Toepasbaar</i>	Van Doorn Combimast	
<i>Tekening-nummers</i>	60.23816-S OMR 60.23816-S OMR-L 60.23816-S OMR-L-R	
<i>Bestelnummer</i>	De 23816 is bij Van DOORN Verlichting B.V. te bestellen in 3 varianten: luidsprekers rechts(OMR-R), links (OMR-L) en rechts én links(OMR-L-R).	

Nieuwe luidsprekersteunen

In het algemeen gelden de volgende regels betreffende de luidsprekerophangingen:

- Alle luidsprekers dienen op eenzelfde hoogte te hangen. Bijvoorbeeld alle X6-luidsprekers aan lichtmasten dienen op het station op dezelfde hoogte te hangen.
- Voor X6 luidsprekers dient altijd een midden ophang constructie toegepast te worden. Dit om de stekker te beschermen. Een afwijking hier op is de zogenaamde “zadeltasconstructie”.
- Indien een standaard constructie niet toegepast kan worden, dient een constructie **geëngineerd** te worden.

Voor X6-luidsprekersteunen geldt:

- horizontaal geplaatst, dienen deze onder een hoek van 15 graden ten opzichte van de verticaal naar beneden te stralen.
- verticaal geplaatst, dienen deze onder een hoek van 10 graden ten opzichte van de verticaal naar beneden te stralen.

Voor alle nieuwe constructies geldt dat deze zoveel mogelijk gebaseerd moeten zijn op reeds ontworpen / vrijgegeven constructies. Bij nieuw te detailleren constructies geldt dat:

- De nieuwe steun geënt is op het vereiste gebruik binnen de omgeving waarin deze wordt toegepast.
- De constructie esthetisch verantwoord is.
- De metalen constructies in ieder geval thermisch verzinkt en gepoedercoat worden.
- Er constructietekening(en) gemaakt worden. Deze documenten dienen ook bij de ProRail documentatie gevoegd te worden.

Als er componenten gemonteerd dienen te worden op of aan een constructie met een monumentale status moet er rekening mee gehouden worden dat monumentenzorg of een gelijksoortige instelling aanvullende eisen aan de montage en kleurstelling van de luidsprekersteunen / luidsprekers kan stellen.

7 Kabelnetten

7.1 Toegestane kabeltypen

Volgens de NEN 1010 valt het 100V luidsprekernet onder de noemer vermogensketens en dient de aderoppervlakte van de omroepkabel minimaal 1,5 mm² te zijn.

De omroepkabel 1x2x1,5 mm² heeft soepele aders voor eenvoudige montage en een betere bedrijfszekerheid bij trillingen. De toepassing van de kabels conform het OVS luidsprekernet.

De omroepkabels zijn als volgt:

Kabeltype	Kleur	Aderkern	Opschrift
Omroepkabel 4x2x1,5 mm ²	Blauw	volkern	ProRail {jaar} <-- 4x2x1,5 mm ²
Omroepkabel 1x2x1,5 mm ²	Blauw	soepel	ProRail {jaar} <-- 1x2x1,5 mm ²

De omroepkabel is geschikt voor gebruik in daglicht (UV bestendig) en kan gebruikt worden als kapkabel en binnenkabel. De kabel heeft geen mechanische bescherming. De omroepkabel wordt gebruikt als verbindingkabel tussen de eindversterker en het luidsprekernet. De 4x2x1,5mm² mag in de grond worden toegepast.

De omroepkabels dienen minimaal te voldoen aan NEN 8012 brandklasse C_{ca} -s1, d1, a1.

Deze omroepkabels zijn leverbaar door:

- TKF (4x2x1,5 product nr 181276, 1x2x1,5 product nr 181277)
- Prysmian.

De aansluitkabels zijn:

Kabeltype	Toepassing
Omroepkabel 1x2x1,5mm ²	Deze kabel mag uitsluitend in gebouwen en perron-overkappingen toegepast worden en wordt gebruikt om in plafonds de opbouw- of inbouw luidsprekers door te lussen.
X6 aansluitsnoer 3x1mm ² VMvS	Dit aansluitsnoer wordt gebruikt om de X6 zuil aan te sluiten. Er worden slechts 2 aders aangesloten: de groen/geel (0 V) en de bruin (100V).

7.2 Algemene projecteringsregels van omroepkabels

De juiste projecteringswijze van de omroepkabels is niet eenduidig op papier vast te leggen. Omdat iedere locatie zijn eigen kenmerken heeft wordt hier volstaan met algemene projecteringsregels en projecteringsvoorbeelden.

De taak van de ontwerper is niet alleen om een kabelnet te projecteren dat aan alle regels voldoet, maar ook om van de verschillende mogelijke projecteringswijzen de meest efficiënte te gebruiken.

De algemene projecteringstregels voor omroepkabels zijn:

- Het luidsprekernet dient rechtstreeks op de aansluitklemmen van de din-rail IROS afgewerkt te worden zonder tussenkomst van centrale verdeler of U-link.
- Op de din-rail mogen uitsluitend de omroepkabel 4x2x1,5 en de omroepkabel 1x2x1,5 afgewerkt worden.
- De luidsprekerkabels lopen via een separaat kabeltracé van de kabelinvoer naar de eindversterker om ongewenste beïnvloeding van andere kabels (EMC) te voorkomen.
- Aansluitkabels worden via een klemmenkast op de omroepkabel aangesloten.
- De projectering dient toekomstvast te zijn:
 - Bij voorkeur een logische opbouw, per perron bekabeld.

- Rekening houden met voldoende capaciteit voor verschillende aansturingen van verschillende akoestische gebieden. Bij voorkeur een eigen kabel voor ieder gebied.
 - Om mogelijke geluidshinder naar omwonenden te verminderen moeten de luidsprekers aan de einden van het perron apart bekabeld (eigen aderpaar) worden zodat deze luidspreker-groepen door IROS 's avonds en/of 's nachts uitgeschakeld kunnen worden. Dit dient te gebeuren door deze luidsprekers op perroneinden via separate aderpennen aan te sluiten waarbij deze aderpennen tot op locatie van de eindversterker beschikbaar zijn. De oude regel dat luidsprekers om en om op twee aderpennen aangesloten worden is niet meer van toepassing.
- f) Op één aderpaar mogen alleen gelijke type luidsprekers aangesloten worden. Als op een aderpaar dus X6-luidsprekers aangesloten zijn, mag op dit zelfde aderpaar geen ander type luidspreker, zoals bijvoorbeeld inbouw-luidsprekers aangesloten worden.
- g) De luidsprekerbekabeling van luidsprekers die zich bevinden in de commerciële functie dient afschakelbaar te zijn zodat ingeval van storingen in het luidsprekernet van de commerciële functie de storing tot uitsluitend deze commerciële functie te beperken is. Dit afschakelen dient bij voorkeur vanuit de ProRail technische ruimte te kunnen gebeuren.
- h) De totale lusweerstand R_{lus} van de kabeladers mag maximaal 10% van de op deze aders aangesloten luidsprekerimpedantie Z bedragen. De lusweerstand (en de bijbehorende totale luidsprekerimpedantie) veroorzaakt een demping hetgeen resulteert in een kleiner afgegeven vermogen door de luidsprekers.
De omroepkabel $4 \times 2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ en $1 \times 2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ heeft een lusweerstand van $24 \Omega / \text{km}$.
- i) Lengtelassen in de omroepkabels moeten voorkomen, tenzij de lengte van de te leggen kabel langer is dan de maximale lengte die te bestellen is op rol.
- j) Indien een kabelsplitsing noodzakelijk is dient deze splitsing altijd te geschieden door het toepassen van een klemmenkast. Indien voor een klemmenkast geen ruimte is (bijvoorbeeld bepaalde type masten) dient een krimplas toegepast te worden.
- k) Een las in de grond mag niet toegepast worden behalve voor de lengtelassen onder punt i.

7.3 Kabelimpedantie & maximale versterkerbelastingnorm

Bij het ontwerpen van het luidsprekernet moet rekening gehouden worden met de maximale belasting van de eindversterker. De belasting van de eindversterker is afhankelijk van het aangesloten vermogen en de impedantie van het aangesloten luidsprekernet. Beide mogen de maximaal of minimaal toegestane waarden niet overschrijden.

Maximale belasting op basis van het aangesloten vermogen:

De luidsprekers worden parallel op het versterkerkanaal aangesloten. Bij parallel aansluiting van alle afzonderlijke luidsprekers moeten alle afzonderlijke luidsprekervermogens (het daadwerkelijk door de luidsprekers te dissiperen vermogen) worden opgeteld. De som van deze vermogens mag het versterkerkanaalvermogen niet overschrijden. Bij het ontwerp mag elk kanaal maximaal 90% belast worden.

Het vermogen van de diverse eindversterkers is:

Eindversterker type	Aantal versterkerkanalen per eindversterker	Vermogen per versterkerkanaal
IROS ACE 2x200 (oud)	2	200 Watt
IROS ACE 4120 (oud)	4	120 Watt
IROS ACE 4100	4	100 Watt

Het door de luidsprekers gedissipeerde vermogen is terug te vinden in de tabel in paragraaf 6.2.

Maximale belasting op basis van de aangesloten impedantie:

Bij het ontwerpen van het luidsprekernet moet rekening gehouden worden met de impedantie van het op het versterkerkanaal aangesloten luidsprekernet. Een lagere impedantie resulteert in een hogere versterkerbelasting.

Belangrijkste invloedfactoren op de waarde van de aangesloten impedantie zijn:

- Het type en aantal aangesloten luidsprekers op één dubbelader.
- De lengte van de dubbelader; van de 19" kast met de IROS installatie tot de laatste luidspreker aangesloten op de betreffende dubbelader.
- Het aantal parallel aangesloten dubbeladers op één versterkerkanaal. Hoe meer dubbeladers parallel afgewerkt op één versterkerkanaal, hoe groter de invloed van de capacatieve impedantie (impedantie verlagend).
- De frequentie van het signaal. Hoe hoger de frequentie, hoe groter de invloed van de capacatieve impedantie (impedantie verlagend).

Bij de oude versterkertypes (ACE 2x200) is de overbelasting in de praktijk als eerste merkbaar in het niet meer juist functioneren van de lijnbewaking. Deze bewaking geschiedt met 20 kHz.

De huidige versterkers (ACE 4120 en NADD 4100) hebben een ander 20 kHz bewakingscircuit.

Om de lijnbewaking van de eindversterkers goed te laten werken is het raadzaam om op één versterkerkanaal niet meer dan 4 parallel dubbeladers met een maximale afstand tot 800 meter aan te sluiten. Bij overschrijding van deze waardes dient de goede werking van de lijnbewaking voor de indienststelling specifiek door het project getest te worden.

Een alternatief kan zijn om de op één versterkerkanaal aangesloten belasting, te verdelen over meerdere versterkerkanalen. Hier moet wel rekening gehouden worden met de lijnafsluiting conform paragraaf 6.2.

Ader afkoppeling

Door het parallel schakelen van een bepaald aantal dubbeladers in combinatie met grote kabellengte(s) en hoge signaalfrequenties, kan de capacatieve werking van de kabel ertoe leiden dat de kabelimpedantie zodanig laag wordt dat de versterker deze ziet als kortsluiting in het luidsprekernet en onvoldoende vermogen kan leveren om het juiste omroepniveau te leveren. Daarom dient na de laatste luidspreker op een dubbelader de betreffende dubbelader afgekoppeld te worden.

Aanduiding versterker – groep – aderpaar

Het luidsprekernet wordt steeds complexer door de toenemende functionaliteit van bijvoorbeeld de omroep onderpost. Denk aan het afschakelen van luidsprekergroepen, de automatische volumeregeling of de verschillende akoestische gebieden. Om deze functionaliteit correct te gebruiken moet aandacht besteed worden aan een correcte en eenduidige indeling van het luidsprekernet op versterkers, luidsprekergroepen en kabel aderparen. Tevens dient dit goed en eenduidig gedocumenteerd te worden om storingszoeken makkelijker te maken.

Binnen ProRail is er voor gekozen om op de documentatie (Kabel omroep overzicht tekening) bij iedere luidspreker aan te geven op welke versterker, luidsprekergroep en kabel aderpaar de betreffende luidspreker is aangesloten.

Versterker

Het versterkernummer geeft aan op welke versterker van de omroep onderpost de luidspreker is aangesloten. Een fysieke 19" versterkermodule beschikt over een bepaald aantal versterkers. Doorgaans is dit de ACE4120, welke beschikt over vier versterkers. Dit zijn dus versterkerkanalen 1 t/m 4. Indien twee 19" versterkermodulen, type ACE4120 zijn geplaatst, praten we over versterkerkanalen 1 t/m 8. Andere wijzen van nummering (bijvoorbeeld 1a, 2a, 1b, 2b of 101, 102, 201, 202, etc.) zijn in het kader van eenduidigheid, niet toegestaan.

Groep

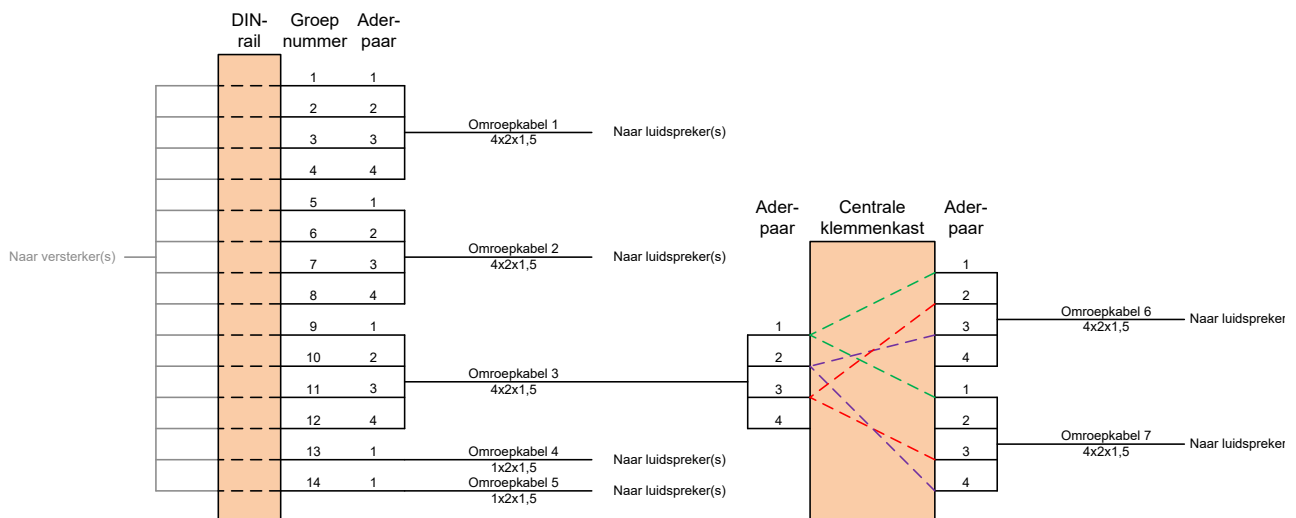
Een luidsprekergroep wordt gevormd door een groep luidsprekers die fysiek aan één en dezelfde aderpaar in een kabel verbonden is. De luidsprekergroep geeft aan op welke DIN-klem in de omroep kast de luidspreker is aangesloten. Als er een centrale klemmenkast met verdeelpunt functie in het

Luidsprekernet

kabelnet is opgenomen, refereert dit nummer naar het klemnummer in de centrale klemmenkast. In de centrale klemmenkast wordt vervolgens de vertaalslag gemaakt naar de klem in de 19" kast. Zie Figuur 15 voor een schematische weergave van het principe van de groepsnummering.

Aderpaar

Het aderpaar nummer is het betreffende aderpaar in de voedende kabel, waar de luidspreker op is aangesloten. Het betreft hier NIET het aderpaar van de aansluitkabel; dit is immers altijd '1' en geeft verder geen toegevoegde informatie. Figuur geeft schematisch weer hoe de aderpaarnummering is opgebouwd. Het weergegeven aderpaarnummer is gebaseerd op de voedende kabel. In onderstaande afbeelding zijn dit dus kabels 1, 2 en 4 t/m 7.



Figuur 15 Principe groep / aderpaar nummering

7.4 Benaming omroepkabels

De nummering van de omroepkabels in **omroepinstallaties** is als volgt:

[stationsverkortings]-OMR-[volgnummer] Voorbeeld: CI-OMR-030

De nummering van de omroepkabels in **ontruimingsinstallaties** is als volgt:

[stationsverkortings]-OAI-[volgnummer] Voorbeeld: EHV-OAI-001

De benaming van de omroepkabels dienen aangevraagd te worden bij de Vakdeskundige Telecom van ProRail Stations. Voor de aanvraag van de benaming dienen ten minste de nieuwe KOO en KKO tekening meegeleverd te worden.

7.5 Kabellabeling

Zowel onder- als bovengrondse omroepkabels worden gelabeld met een kunststof merkband. De benaming op de merkband is overeenkomstig aan de benaming van de omroepkabels

Het aanbrengen van goed zichtbare merkbanden gebeurt op de volgende plaatsen:

1. Bij de omroep eindversterkers in de omroepkast binnen 0,2 m
2. Bij de luidsprekers bij de aansluitdoos, aansluitlas, achter luikje lichtmast of in centrale klemmenkast binnen 0,2 m
3. In de volle grond, in kabeltrekputten, in kabelkokers, in kabelgoten, in perronkappen om de 5 meter.
4. Ter weerszijden van een spoorkruising, kabeldoorvoer, kabelinvoer, stijg- / zakpunt, klemmenkast en las binnen 0,5 m

7.6 Kabelverbindingen en kabelverdelers

In deze paragraaf staan de diverse aansluitmethoden zoals gebruikt in het luidsprekernet beschreven.

In het luidsprekernet wordt gebruik gemaakt van grofweg vier componenten voor kabelsplitsing:

- Klemmenkast klein.
- Centrale klemmenkast.
- Gecombineerde klemmenkast.
- Krimplas.

Klemmenkasten hebben de voorkeur boven krimplassen. Door het toepassen van scheidbare klemmen is de indeling van het luidsprekernet flexibeler, en kunnen aanpassingen makkelijker uitgevoerd worden. Ook wordt hierdoor storing zoeken vereenvoudigd. Klemverbindingen hebben als nadeel dat deze meer gevoelig zijn voor corrosie dan krimplassen. Daarom dient de toegepaste klemmenkast altijd minimaal beschermingsgraad IP-65 te bezitten. (Stofvrij, sproeidicht)

Er wordt alleen een kabelsplitsing gemaakt daar waar dit noodzakelijk is. Kabelsplitsingen vormen namelijk een bron van mogelijke stoorpunten. Uiteraard kan niet iedere luidspreker separaat bekaabeld worden. Dit is niet wenselijk en niet praktisch. Het beperken van kabelsplitsingen wordt voor namelijk gerealiseerd door het aantal centrale verdeelpunten te minimaliseren

7.6.1 Klemmenkast klein

Deze klemmenkast is de meest toegepaste wijze van kabelsplitsing en kan overal toegepast worden. Denk aan toepassing in lichtmasten, onder overkappingen, stationshallen, etc. De voornaamste toepassing is splitsingen naar aansluitkabels.

De klemmenkast is voorzien van een klemmenstrook, welke staat beschreven op tekening SRN20030506/1 d.d. 01-05-2003. De klemmenstrook is leverbaar door Mast Services Nederland en door Solar Elektro bv.

De klemmenkast biedt ruimte voor het aansluiten van twee 4x2x1,5 kabels en twee aansluitkabels of 1x2x1,5 omroepkabels. In onderstaande afbeelding is de klemmenkast weergegeven.



Figuur 16 Klemmenkast klein

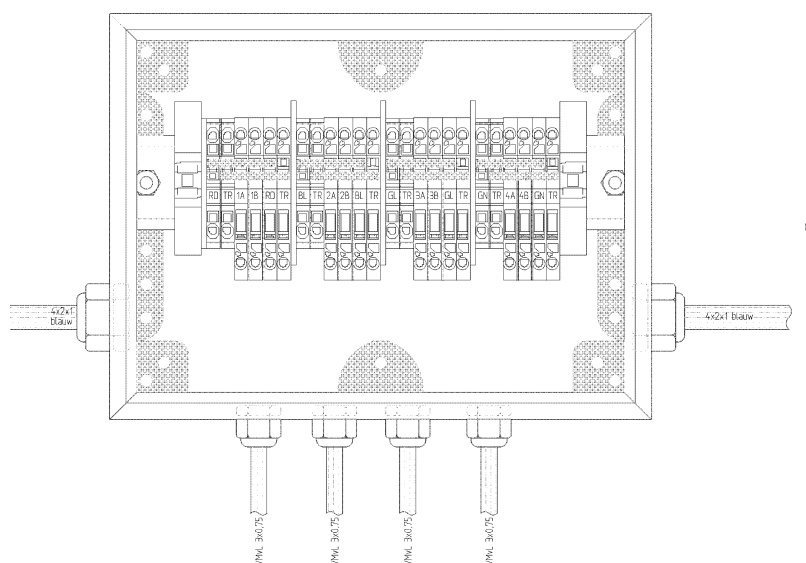
7.6.2 Centrale klemmenkast

De centrale klemmenkast wordt toegepast indien de kleine klemmenkast onvoldoende ruimte biedt voor het benodigde aantal kabelsplitsingen. De voornaamste toepassing is verdeelpunt op perron onder kap of in hal. De geografische locatie van deze klemmenkasten dient duidelijk aangegeven te worden in de documentatie (Indeling Transferruimte Station, ITS) .

Er zijn twee verschillende types centrale klemmenkasten vrij gegeven:

Klemmenkast zoals deze staat beschreven op tekening SRN03-27_BVA d.d. 01-09-2003.

Deze klemmenkast biedt capaciteit voor het aansluiten van twee 4x2x1,5 kabels en vier aansluitkabels of 1x2x1,5 omroepkabels. Geschikt voor middelgrote verdeelpunten.



Figuur 17 Schema centrale klemmenkast SRN03-27_BVA



Figuur 18 Centrale klemmenkast SRN03-27_BVA in de praktijk

Een andere centrale klemmenkast is de kunststof kast van het fabricaat SAREL, type 59315, uitvoering IP-65, voorzien van klemmen van fabricaat Phoenix, type UDK 4-TG met scheidingssteker ST-k4.

De verdeelkast wordt voornamelijk gebruikt als centraal verdeelpunt in het luidsprekernet. Voorbeelden hiervan zijn de overgang van grondkabel naar de omroepkabel in gebouwen en de overgang van de aanvoerkabel naar de afzonderlijke perronkabels. Geschikt voor grote verdeelpunten.



Figuur 19 Centrale klemmenkast SAREL type 59315

7.6.3 Overige klemmenkasten

Indien bovengenoemde klemmenkasten niet in het ontwerp passen, kan een ander type toegepast worden, indien wordt voldaan aan de volgende criteria:

- Beschermingsgraad kast minimaal beschermingsgraad IP-65. (Stofvrij, sproeidicht)
- Kast dient voorzien te zijn van scheidbare klemmen, gelijk aan de hierboven genoemde klemmen.
- De kabelinvoer dient voorzien te zijn van wartels welke als trekontlasting dienen en welke (spat)water dichtzijn.
- Bij voorkeur is de klemmenkast van slagvast kunststof.
- De kast mag geen sleutelcilinders bevatten.

7.6.4 Krimplassen

Krimplassen worden alleen toegepast indien geen ruimte is voor het toepassen van een klemmenkastje, bijvoorbeeld in lichtmasten met slechts één luikje.

Het grote voordeel van deze lassen is de goede verbinding gedurende langere tijd en ongevoeligheid voor corrosie. Wel is het van belang dat de lassen kwalitatief goed aangebracht worden om te voorkomen dat ook na langere tijd geen vocht in de las door kan dringen.

Aandachtspunt bij het maken van de las is, dat de omroepkabel na het maken van de las, voldoende overlengte bezit zodat de kabel met las naar boven ingevoerd kan worden. De las bevindt zich dan in de paal op ongeveer 1 á 2 meter boven het mastaansluitluikje.

7.7 Vastlegging op tekening

Het luidsprekernet wordt vastgelegd op de volgende tekeningen:

ITS	Indeling Transferruimte Station
KOO	Kabel Omroep Overzicht
KKO	Kabel Kast Overzicht

Voor nadere informatie zie het Generiek Tekenvoorschrift Telecommunicatie TVS00020

7.8 Op te leveren documenten

Bij de oplevering van een nieuw ontworpen luidsprekernet worden de volgende documenten opgeleverd:

1. De tekeningen uit de voorgaande paragraaf
2. De invulbladen uit het OHD00134 Omroep audio inregeling
3. Inregelgegevens van de IROS installatie
 - *.ini file instellingen IROS
 - inregelgegevens eindversterkers
4. Configuratiegegevens van de actieve luidsprekers
 - *.ini file per actieve luidspreker;
 - *.dda file per actieve luidspreker of clustering van actieve luidsprekers afhankelijk van de uitgevoerde simulatie;
 - *.stk file per actieve luidspreker of clustering van actieve luidsprekers afhankelijk van de uitgevoerde simulatie;
 - *.scn file als visueel hulpmiddel voor alle actieve luidsprekers op het station. Gebruik dient te worden gemaakt van een overzichtstekening bijvoorbeeld een ITS tekening als achtergrond in WinControl mede posities van de actieve luidsprekers.

8 Revisiegegevens

Datum	Versie	Hoofdstuk / paragraaf	Wijziging
22-12-2003	1.0	geheel	Ontwerpvoorschrift Luidsprekernetten C 5521/II nr. 57.3103 d.d. 02-10-2001 is gewijzigd in ProRail OVS Luidsprekernet
08-08-2007	1.1	geheel	Het ontwerpvoorschrift is aangepast op de volgende punten: • Verbeterde toegankelijkheid door duidelijker inhoudsopgave. • Koppeling met het begrip basisstation. • Beleid voor de transferfunctie en commerciële functie. • Adviezen hoe om te gaan met geluidshinder. • Geen of afschakelbare luidsprekers op perroneinden. • Actualiseren van de beschikbare luidsprekers. • Toevoeging van masten en constructies. • Actualiseren voorbeelden kabelprojectering.
01-10-2010	003	geheel	Het ontwerpvoorschrift is aangepast op de volgende punten: • Projecteringsrichtlijnen luidsprekerarrays op grote stations met overkapping toegevoegd. • Toepassing akoestisch dempingsmateriaal in tunnels. • Rasti norm vervangen door STI normering. • Uitvoeren van STI metingen toegevoegd. • De milieuwetgeving geactualiseerd. • Productoverzicht luidsprekers geactualiseerd. • Realisatie van de omroepfunctie in de commerciële functie aangepast. • Perronbreedte bij één rij horizontale X-6en verkleind van 12 naar 8 meter. • Definitie van een hoog plafond verlaagd van 8 naar 6 meter. • Nieuwe omroepkabel met aderdoorsnede 1,5 mm toegevoegd. • Kabelcapaciteit als beperking toegevoegd. • Gebruik van krimplussen toegevoegd.
14-04-2014	004	geheel	Gehele herziening n.a.v. opgedane ervaringen grootschalige omroepvervanging en vernieuwde inzichten. Onder andere: • Update referentiedocumenten. • Gelijktrekken STI-eis aan ontruimingseis. • Update milieuwetgeving. • Toevoeging akoestische gebieden. • Verduidelijking luidspreker projectering. • Nieuwe luidsprekertypes incl. projectering toegevoegd. • Uitbreiding informatie actieve luidsprekers. • Toevoeging luidsprekerpositie nummering. • Update projecteringsregels omroepkabels. • Update versterkerbelasting / impedantie. • Verwijdering referenties naar Wenzel onderpost. • HTV organisatiewijziging doorgevoerd.

Luidsprekernet

01-01-2016	005	geheel	Gehele opschoning van het voorschrift met de volgende aanpassingen: • Toevoegen interwijkverbinding. • Geen omroep in fietsenstalling. • Geen omroep in toiletruimten. • V1 inbouwluidspreker vervallen voor nieuwbouw • R1 inbouwluidspreker vervallen voor nieuwbouw • Luidspreker LBC 3432/02 vervangen door LBC 3432/03
01-12-2020	006	geheel	Gehele opschoning van het voorschrift met de volgende aanpassingen: • Toepassing actieve luidsprekerarrays verwijderd • Nieuwe versterker ACE 4100 toegevoegd • Bosch LA1-UM40E luidsprekerzuil toegevoegd • Van Doorn uithouder met licht en geluid toegevoegd • Multi Purpose mast toegevoegd • De SPC00289 is vervangen door de NEN 8012 brand-klasse C_{ca} -s1, d1, a1 • Benaming omroepkabels toegevoegd • Labeling omroepkabels toegevoegd • Bij perronuiteinden als criterium “wachtende reizigers” vervangen door “halterende treinen” • De op te leveren documenten aangevuld