

# Framework Entertainment Netwerk Technologie

versie  
datum

1.1  
16 april 2026



# INHOUDSOPGAVE

<b>1. Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1. Waarom dit Framework?	4
1.2. Motivatie en doel	4
1.3. Voor wie is FENT?	5
1.4. Wat biedt dit Framework?	5
1.5. Ontwikkeling en onderhoud	5
1.6. Leeswijzer	6
1.7. Over de samenstellers	7
<b>2. Snelstart</b>	<b>8</b>
2.1. Basis uitgangspunten	8
2.2. Standaard FENT IP-schema	9
2.3. Complexiteit	10
2.4. Hardwarematige koppeling	10
2.5. Snelle checklist	11
<b>3. Framework</b>	<b>12</b>
3.1. Inleiding	12
3.2. Netwerkarchitectuur	13
3.3. Hardwarematige koppeling	13
3.4. Framework: IP-adresreeks	15
3.5. Framework: Gescheiden disciplines	19
3.6. Framework: Managed switches waar nodig	20
3.7. Framework: documentatie & communicatie	21
3.8. Gebruik van Multicast en IGMP	21
3.9. Gebruik van Quality of Service (QoS)	22
3.10. Gebruik van Energy Efficient Ethernet	22
3.11. Gebruik van Redundantie	23
3.12. Gebruik van PTP-synchronisatie	23
<b>4. Discipline-specifiek: Belichting</b>	<b>24</b>
4.1. Inleiding	24
4.2. IP & VLAN-indeling	24
4.3. Standaard protocol ten behoeve van koppeling	24
4.4. sACN	25
4.5. Art-Net	26
4.6. RDM	26
<b>5. Discipline-specifiek: Audio</b>	<b>28</b>
<b>6. Discipline-specifiek: Intercom</b>	<b>29</b>
<b>7. Discipline-specifiek: Video</b>	<b>30</b>
<b>8. Discipline-specifiek: ShowControl</b>	<b>31</b>
<b>9. VLAN en IP-tabel</b>	<b>32</b>

<b>10. Bijlagen</b>	<b>34</b>
10.1. VLAN en IP-tabel	34
10.2. Technische lijst	34
10.3. Kernbegrippenlijst	35
<b>11. Verantwoordelijkheid en vervolg</b>	<b>39</b>
11.1. Disclaimer	39
11.2. Roadmap en toekomst	39
11.3. Versielijst	40

# 1. Inleiding

## 1.1. Waarom dit Framework?

In de dagelijkse praktijk van theaters, podia, musea en evenementenlocaties worden steeds vaker verschillende netwerken met elkaar verbonden. FENT biedt een gemeenschappelijke taal en de uitgangspunten voor het koppelen van deze netwerken, zodat het eenvoudiger wordt om producties aan te sluiten op vaste installaties van theaterhuizen en podia. Op deze manier kunnen bijvoorbeeld meerdere disciplines één infrastructuur gebruiken of integreren gastgebruikers tijdelijk hun systeem met het systeem van de locatie.

Dit Framework streeft naar het creëren van een gemeenschappelijke basis waarop verschillende partijen kunnen voortbouwen zonder het opleggen van een verplichting of één technische oplossing. Het biedt 'best practices' zonder innovatie te belemmeren en standaarden zonder flexibiliteit uit te sluiten.

## 1.2. Motivatie en doel

Het primaire doel van dit Framework is het eenvoudiger maken van het **betrouwbaar koppelen** van netwerken binnen de podiumtechniek, door middel van:

1. **Gestandaardiseerde IP-adressering per discipline**, zodat conflicten worden voorkomen en;
2. **Heldere VLAN-structuren** die een geïntegreerd netwerk mogelijk maken op hardwarematig niveau maar disciplines scheiden waar gewenst en daarmee;
3. **Compatibiliteit** tussen verschillende systemen en locaties te faciliteren.

Secundair doel is het koppelen van de protocollen van verschillende gebruikers op het gekoppelde netwerk door:

4. **Protocolgebonden voorwaarden** te creëren per discipline (zoals bijvoorbeeld licht, video en geluid) en daarmee;
5. **Schaalbaarheid** van eenvoudige tot geavanceerde implementaties mogelijk te maken.

### 1.3. Voor wie is FENT?

Dit Framework is geschreven voor iedereen die in de entertainmentsector werkt met IP-gebaseerde podiumtechnische systemen:

- Technici, engineers en system-integrators
- Theaters, poppodia, evenementenlocaties en congrescentra
- Ontwerpers en adviseurs
- Opleidingsinstituten
- System-integrators
- Productiebedrijven en verhuurders
- Fabrikanten, verkoopbedrijven

Voor het lezen van dit document is geen diepgaande IT-kennis nodig. Er is enige kennis van netwerk technologie nodig om de FENT te implementeren. De nadruk ligt op praktische toepasbaarheid.

### 1.4. Wat biedt dit Framework?

Het Framework is geen strikte regelset, maar een richtinggevend kader. De voorgestelde IP-adresreeks, VLAN-nummers en andere randvoorwaarden kunnen aangepast worden per situatie. Het belangrijkste is dat er consequent wordt gewerkt en gecommuniceerd met met andere partijen wanneer er afgeweken wordt van de standaard uitgangspunten.

### 1.5. Ontwikkeling en onderhoud

Dit Framework is samengesteld door de FENT-werkgroep met de ondersteuning van verschillende klankbordgroepen uit het werkveld door verschillende peer-reviews. Het is gebaseerd op de specifieke eisen die van belang zijn binnen de live entertainment, aangevuld met 'best practices'.

De huidige versie van FENT (v1.0) bevat de basis van het Framework en de discipline-specifieke uitwerking voor licht. In toekomstige versies zullen naast de toevoeging van audio, video en showcontrol specifieke implementaties, ook aanvullende onderwerpen worden opgenomen, zoals bijvoorbeeld het gebruik van één netwerk voor meerdere zalen, of situaties met meerdere gezelschappen of bands op één podium.

De verdere ontwikkeling van FENT is nadrukkelijk bedoeld als een gezamenlijk en doorlopend proces. De samenstellers nodigen andere podiumtechnische specialisten uit om bij te dragen aan de uitwerking, toetsing en actualisering van het Framework binnen de FENT-werkgroep.

FENT is uitdrukkelijk geen gesloten of vaste groep personen. Het Framework is opgezet als een levend document, gedragen door een open, zich ontwikkelende en verjongende groep van podiumtechnische professionals, waarbij kennisdeling, praktijkervaring en voortschrijdend inzicht centraal staan.

## 1.6. Leeswijzer

Het Framework bestaat uit de volgende hoofdstukken, die als geheel of per onderdeel kunnen worden gelezen:

- **Snelstart (hoofdstuk 2):** De basis die nodig is om het Framework te gebruiken, uitgaande van de FENT IP-adressering en praktische checklist.
- **Basisprincipes en Kernconcepten (hoofdstuk 3):** Basisprincipes van relevante netwerktechnologie die de uitgangspunten vormen voor het gebruik van het Framework.
- **Discipline-specifiek (hoofdstukken 4 t/m 8):** Richtlijnen per vakgebied (licht, geluid, video, showcontrol) met protocol-specifieke aandachtspunten.
- **Bijlagen en referenties (hoofdstuk 10):** Voorbeeld technische lijsten, verklarende woordenlijsten, verwijzingen naar andere informatie. Niet alle begrippen worden expliciet uitgelegd in dit document. Voor een toelichting verwijzen we naar de verklarende woordenlijst in paragraaf 10.3.

Toelichtingen in de tekst bestaan in de volgende vormen:

Belangrijk of kritieke toelichting

Een toelichting of voorbeeld van een 'best practice'

Verwijzing naar een ander deel van het Framework

## 1.7. Over de samenstellers

De werkgroep Framework voor Entertainment Netwerk Technologie (FENT) onderstreept het belang van een richtinggevend kader voor de inrichting van netwerkgebaseerde podiumtechnische installaties en stelt zich ten doel hier een rol in te spelen. Een dergelijk kader stelt ontwerpers en gebruikers in staat om deze installaties efficiënt, betrouwbaar en waar nodig onderling gekoppeld op te zetten.

Deze versie van het Framework is tot stand gekomen dankzij de inzet en expertise van de volgende enthousiaste betrokkenen:

- Andi Krijgsman
- Jeroen Seeboldt
- Dennis Slot
- Rutger van Dijk
- Arjen Bijtelaar
- Paul van Schaik
- Mark Tober
- Mike Evers

## 2. Snelstart

Deze snelstart is bedoeld om gebruikers een overzicht te schetsen van de uitgangspunten van het Framework. Het kan ook gebruikt worden als snelle checklist bij het inrichten van een (nieuw) netwerk om compatibiliteit met het Framework te implementeren.

Het doel van het Framework is om de problemen te voorkomen die een goed functioneren van een netwerk in de weg staan. Belangrijkste aandachtspunten zijn mogelijke IP-conflicten en een logische scheiding van disciplines en protocollen als de schaal van het netwerk daarom vraagt.

Voor aanvullende informatie op de hier omschreven uitgangspunten verwijzen we naar hoofdstuk 3 en de discipline-specifieke hoofdstukken.

### 2.1. Basis uitgangspunten

Uitgangspunt bij het koppelen van netwerken in de podiumtechniek/entertainment is dat beide netwerken geschikt zijn om een koppeling te maken. Hiervoor hanteert het Framework vier basisprincipes:

- 1. De FENT IP-adressering wordt gevolgd**  
Het FENT IP-adresseringsschema vormt de basis bij een koppeling van twee netwerken. Gebruik van dit schema voorkomt conflicten met IP-adressering.
- 2. Gescheiden disciplines**  
Door netwerkprotocollen via aparte VLANs of hardwarematige netwerken te scheiden wordt wederzijdse beïnvloeding sterk verminderd. Voor sommige protocollen is het gebruik van VLANs noodzakelijk.
- 3. Managed switches waar nodig**  
Als VLAN-scheiding noodzakelijk is bij de inrichting van het netwerk, zijn managed switches nodig. Specifieke instellingen voor protocollen zijn correct ingesteld op elke switch in het netwerk.
- 4. Documentatie & Communicatie**  
Het documenteren én communiceren van de gebruikte systematiek en de wijze van implementatie van FENT naar het ontvangende huis of de bezoekende productie.

Zie hoofdstuk 3 voor de toelichting op deze uitgangspunten.

## 2.2. Standaard FENT IP-schema

Voor een consistente implementatie hanteren we de onderstaande IP-verdeling. Deze implementatie is toepasbaar in alle situaties waarin IP-gebaseerde netwerken gebruikt worden.

Discipline	Netwerk ID	Groep	eerste IP adres	laatste IP adres
<b>Audio</b>	10.10.0.0/16	Locatie	10.10.1.11	10.10.100.250
		Productie	10.10.101.11	10.10.200.250
<b>Intercom</b>	10.20.0.0/16	Locatie	10.20.1.11	10.20.100.250
		Productie	10.20.101.11	10.20.200.250
<b>Video</b>	10.30.0.0/16	Locatie	10.30.1.11	10.30.100.250
		Productie	10.30.101.11	10.30.200.250
<b>Licht</b>	10.40.0.0/16	Locatie	10.40.1.11	10.40.100.250
		Productie	10.40.101.11	10.40.200.250
<b>ShowControl</b>	10.50.0.0/16	Locatie	10.50.1.11	10.50.100.250
		Productie	10.50.101.11	10.50.200.250
<b>Management</b>	10.90.0.0/16	Locatie	10.90.1.11	10.90.100.250
		Productie	10.90.101.11	10.90.200.250

De bovenstaande tabel vormt een vereenvoudigde samenvatting van het volledige overzicht. Een uitgebreidere toelichting op het IP-schema inclusief DHCP zijn opgenomen in paragraaf 3.4. Het complete overzicht vind je in de tabel in hoofdstuk 9.

## 2.3. Complexiteit

De uitgangspunten en het IP-schema van FENT zijn in verschillende soorten netwerkstructuren te gebruiken ongeacht de complexiteit. Het Framework gaat uit van het gebruik van gesegmenteerde netwerken waardoor disciplines en protocollen gescheiden van elkaar kunnen functioneren. Deze scheiding kan zowel hardwarematig als virtueel worden toegepast.

Bij gescheiden netwerken waarbij disciplines gebruik maken van dezelfde infrastructuur en hardware is het gebruik van **managed switches** het uitgangspunt.

Zie verklarende woordenlijst voor een toelichting op managed en unmanaged switches.

Zie hoofdstuk 3 voor een toelichting op de invloed van de complexiteit binnen het Framework.

## 2.4. Hardwarematige koppeling

Gebruik de volgende uitgangspunten voor het hardwarematig koppelen van twee netwerken:

Netwerk 1	Netwerk 2	Belangrijkste aandachtspunten
Unmanaged	Unmanaged	IP-adresreeks, geen verdere netwerkinstellingen mogelijk
Unmanaged	Managed	Managed switch wijst verkeer toe aan correct VLAN
Managed	Managed	VLAN-nummers/namen identiek, alle instellingen compatibel
Speciale topologie		Raadpleeg netwerkbeheerder, let op toegangspunten

Let op, bij verschillende merken netwerk hardware kunnen verschillende benamingen voor dezelfde instellingen voorkomen.

## 2.5. Snelle checklist

Onderstaande checklist is een globale opsomming voor het inrichten en controleren van een netwerk.

### Hardwarematig en switches

- Switches ingeschakeld en verbonden
- Bekabeling getest (geen defecte of te lange kabels)

### Configuratie

- VLANs ingesteld volgens schema
- QoS geconfigureerd met juiste DSCP-waarden, indien van toepassing
- Bij Multicast-protocol(en) IGMP-snooping actief met de juiste querier instellingen
- PTP (bij audio en/of video) juist ingesteld
- Poorten juist ingesteld
- VLAN Trunking juist ingesteld

### IP en connectiviteit

- IP-adressen toegewezen en gedocumenteerd
- Multicast getest met relevante protocollen
- Interne connectiviteit getest (alle apparaten bereikbaar)

### Beheer

- Productie/techniek gescheiden van internet/kantoor
- Alle wijzigingen vastgelegd in documentatie
- Een backup maken van switchconfiguraties

Zie voor protocol-specifieke instellingen de paragrafen in de hoofdstukken die de specifieke disciplines behandelen.

## 3. Framework

### 3.1. Inleiding

Het gebruik van IP-netwerken in de podiumtechniek heeft als gevolg dat afzonderlijke systemen steeds vaker samengevoegd worden. Hierdoor wordt traditioneel apart gebruikte bekabeling zoals voor DMX, analoge audio, video en data steeds vaker vervangen door een IP-infrastructuur. Deze combinatie van systemen biedt grote voordelen in flexibiliteit en kosteneffectiviteit maar vereist ook begrip van onderliggende netwerkprincipes.

Dit hoofdstuk van het Framework behandelt de randvoorwaarden bij het koppelen van netwerken, gevolgd door een toelichting op de belangrijkste Netwerkconcepten die belangrijk zijn bij het koppelen van de verschillende protocollen over dat netwerk. Deze zijn universeel toepasbaar: van eenvoudige lichtnetwerken tot complexe AV-installaties.

De invulling van de basis uitgangspunten gebruikt in het Framework geven de gebruiker een richtinggevend kader bij het koppelen van netwerken.

Sommige fabrikant specifieke eigenschappen worden in het Framework niet benoemd. Dit maakt deze eigenschappen niet meer of minder relevant bij instellen en het gebruik van netwerken.

Het Framework richt zich op de koppeling van maximaal twee netwerken: een productie-netwerk en een locatie-netwerk. Complexere scenario's zoals multi-venue festivals of het gelijktijdig koppelen van meerdere producties wordt binnen deze versie van het Framework niet beschreven of ondersteund.

Uitgangspunt bij het koppelen van netwerken in de podiumtechniek/entertainment is dat beide netwerken geschikt zijn om een koppeling te maken. Hiervoor hanteert het Framework vier basisprincipes die zijn uitgewerkt in de volgende paragrafen.

Bij complexere situaties, zoals meerdere producties in één zaal, kan het Framework nog steeds gebruikt worden. Deze complexere situaties vereisen specialistische netwerkkennis en zeer specifieke afstemming tussen gebruikers van de netwerken.

## 3.2. Netwerkarchitectuur

Binnen het Framework gaan we uit van twee soorten netwerken: platte en gesegmenteerde netwerken.

In een plat netwerk bestaat er geen scheiding tussen verschillende protocollen of disciplines en delen deze dezelfde hardware en infrastructuur.

In een gesegmenteerd netwerk zijn verschillende protocollen en/of disciplines hardwarematig of virtueel van elkaar gescheiden. In virtueel gesegmenteerde netwerken zijn de verschillende protocollen via VLANs van elkaar gescheiden: zo delen de protocollen weliswaar dezelfde hardware, maar functioneren zij als afzonderlijke netwerken. Hierdoor blijft het netwerkverkeer volledig geïsoleerd en kunnen de protocollen elkaar nauwelijks meer beïnvloeden.

Om disciplines te scheiden is het ook mogelijk om verschillende platte netwerken naast elkaar te gebruiken waarmee er een hardwarematige scheiding wordt gecreëerd.

## 3.3. Hardwarematige koppeling

De manier waarop netwerken hardwarematig met elkaar worden verbonden hangt direct samen met de architectuur en het type switches dat beide partijen gebruiken. Een verkeerde strategie bij het koppelen kan leiden tot netwerkproblemen die moeilijk te diagnosticeren zijn.

Een geslaagde 'hardwarematige' koppeling van de netwerken is nog geen garantie dat de te koppelen disciplines en protocollen op een correcte of storingsvrije manier met elkaar communiceren. Aanvullende instellingen kunnen nodig zijn om dit te realiseren.

### 3.3.1. Koppeling unmanaged netwerken

Wanneer beide partijen unmanaged switches gebruiken, is de koppeling relatief eenvoudig. Verbind beide netwerken via een standaard ethernet-kabel tussen de switches. De twee gekoppelde netwerken zullen functioneren als één groot netwerk waarin alle apparaten elkaar kunnen bereiken.

Beide netwerken moeten om met elkaar te communiceren verschillende unieke IP-adressen gebruiken binnen hetzelfde subnet (FENT IP-adressering).

### 3.3.2. Koppeling unmanaged met managed netwerken

Een unmanaged switch kent geen VLANs en behandelt al het verkeer als één netwerksegment. Bij koppeling aan een managed netwerk met (VLAN-structuur) moet de unmanaged switch worden verbonden met een access-poort op de managed switch.

Om dit mogelijk te maken moet deze poort van de managed switch worden ingesteld als access port en toegewezen zijn aan het juiste VLAN.

De gekoppelde unmanaged switch 'ziet' alleen apparaten binnen hetzelfde VLAN. Communicatie met andere disciplines is niet mogelijk zonder aanvullende routing.

### 3.3.3. Koppeling tussen managed netwerken

Bij koppeling tussen twee managed netwerken gebruik je per discipline een VLAN-verbinding tussen de twee poorten van de twee managed switches. Het is ook mogelijk om middels een Trunk verbinding meerdere VLANs tegelijk te koppelen.

**Kritiek punt!** Beide netwerken moeten compatibel geconfigureerd zijn. Controleer vooraf aan de koppeling tenminste het volgende:

- IP-adresreeks (mogen niet overlappen)
- VLAN-nummering en naam (moeten identiek zijn)
- IGMP-querier-instellingen (minimaal één actieve querier per VLAN)
- IGMP-snooping-instellingen (op alle switches actief)
- QoS-instellingen (moeten consistent zijn)
- VLAN Trunk-instellingen (moeten identiek zijn)

### 3.3.4. Speciale netwerkstructuren en beperkingen

Niet alle netwerk-configuraties lenen zich even gemakkelijk voor externe koppelingen. Bij geavanceerde topologieën zoals spine-leaf zijn de backbone-switches (spine) vaak zodanig geconfigureerd dat externe switches niet direct kunnen worden gekoppeld.

Raadpleeg bij spine-leaf of andere complexe topologieën altijd de netwerk-documentatie of de verantwoordelijke netwerkbeheerder voordat een koppeling wordt gemaakt.

### 3.4. Framework: IP-adresreeks

Het FENT IP-adresschema vormt de basis van de koppeling tussen netwerken en voorkomt conflicten. Verschillende disciplines krijgen eigen IP-adresreeks binnen hetzelfde overkoepelende netwerk. Dit creëert een logische structuur waarbij het IP-adres direct informatie geeft over de functie van een apparaat. Deze implementatie is toepasbaar in alle situaties waarin IP-gebaseerde netwerken gebruikt worden, ongeacht de netwerkstructuur.

Een overzichtelijke en logische IP-planning is essentieel wanneer verschillende netwerken gekoppeld worden. Door vooraf gedefinieerde reeks per discipline te hanteren kunnen producties en huis-systemen eenvoudiger samenwerken en is ter plaatse minder configuratiewerk nodig. Zie de tabel hieronder voor de basis IP-planning per discipline.

Discipline	CIDR notatie	Groep	eerste IP adres	laatste IP adres
<b>AVB</b>	10.2.0.0/16	Locatie	10.2.1.11	10.2.100.250
		Productie	10.2.101.11	10.2.200.250
<b>Audio</b>	10.10.0.0/16	Locatie	10.10.1.11	10.10.100.250
		Productie	10.10.101.11	10.10.200.250
<b>Intercom</b>	10.20.0.0/16	Locatie	10.20.1.11	10.20.100.250
		Productie	10.20.101.11	10.20.200.250
<b>Video</b>	10.30.0.0/16	Locatie	10.30.1.11	10.30.100.250
		Productie	10.30.101.11	10.30.200.250
<b>Licht</b>	10.40.0.0/16	Locatie	10.40.1.11	10.40.100.250
		Productie	10.40.101.11	10.40.200.250
<b>ShowControl</b>	10.50.0.0/16	Locatie	10.50.1.11	10.50.100.250
		Productie	10.50.101.11	10.50.200.250
<b>Functiegebonden</b>	10.80.0.0/16	Locatie	10.80.1.11	10.80.100.250
		Productie	10.80.101.11	10.80.200.250
<b>Management</b>	10.90.0.0/16	Locatie	10.90.1.11	10.90.100.250
		Productie	10.90.101.11	10.90.200.250

De bovenstaande tabel vormt een vereenvoudigde samenvatting van het volledige overzicht. Een compleet overzicht is opgenomen in hoofdstuk 9

### 3.4.1. Adresseringsschema

Het FENT IP-adresseringsschema vormt de basis voor de koppeling tussen netwerken en maakt gebruik van één private IP-adresreeks, namelijk 10.x.x.x.

- Het eerste byte binnen het FENT is daarmee altijd 10.
- Het tweede byte bepaalt de discipline of het protocol, waarbij iedere discipline een strikt gescheiden IP-adresreeks toegewezen krijgt.
- Het derde byte kan worden ingezet voor een logische onderverdeling binnen een locatie of productie.
- Het vierde byte identificeert het apparaat, waarbij de adressen 1 tot en met 10 en de adressen 251 tot en met 254 zijn gereserveerd voor netwerkapparatuur zoals switches en routers.

De basis van het schema is een duidelijke splitsing tussen de IP-adresreeks die voor de locatie is gereserveerd en de reeks die voor producties wordt gebruikt, beide binnen één subnet.

Een voorbeeld van een IP-adressering binnen een locatie:

- 10.40.x.x voor het lichtnetwerk
- 10.40.1.x voor de lichtregeltafels en 10.40.2.x voor de DMX-nodes
- 10.40.1.11 voor de lichtregeltafel in de regiecabine

Wanneer twee netwerken worden gekoppeld, kunnen apparaten daardoor probleemloos met elkaar communiceren, zonder risico op dubbele IP-adressen. Wanneer meerdere producties tegelijk op dezelfde locatie gekoppeld worden, is onderlinge afstemming nodig over wie welke adressen gebruikt.

De splitsing van IP-adresreeksen tussen locatie en productie is als volgt:

- de derde byte is tussen de 1-100 voor locatie IP-adressen
- de derde byte is tussen de 101-200 voor productie IP-adressen

### 3.4.2. Subnetmasker

Het subnetmasker bepaalt hoeveel apparaten binnen één subnet kunnen worden geadresseerd. Het FENT maakt gebruik van een /16-subnetmasker (255.255.0.0), waarmee per subnet maximaal 65.534 adressen beschikbaar zijn. Deze ruime adresruimte biedt voldoende flexibiliteit voor vaste adressen, DHCP-pools en toekomstige uitbreidingen.

### 3.4.3. DHCP-reservering

Het DHCP-mechanisme binnen IP-netwerken zorgt ervoor dat apparaten automatisch een IP-adres en configuratie ontvangen. Het Framework biedt ruimte voor deze manier van configureren, maar uitsluitend voor tijdelijke apparatuur zoals laptops en andere kortstondige aangesloten hardware. Voor deze apparaten is het exacte IP-adres minder kritisch en heeft een automatische configuratie juist de voorkeur.

Binnen FENT wordt ervan uitgegaan dat vaste apparatuur ook vaste IP-adressen krijgt. Dit verhoogt de voorspelbaarheid, vereenvoudigt het beheer en maakt troubleshooting aanzienlijk sneller.

Binnen zowel de locatie- als de productiereeks is een kleiner deel gereserveerd voor DHCP-doeleinden. Beide netwerken kunnen een eigen DHCP-server draaien, elk met een strikt gescheiden pool. Dit is van belang omdat productienetwerken regelmatig worden ingezet op locaties waar misschien geen DHCP-server op het locatie-netwerk aanwezig is terwijl er wél tijdelijke apparaten op het productienetwerk aangesloten moeten kunnen worden.

Let op, specifieke kennis is hiervoor noodzakelijk.

Wanneer er behoefte ontstaat aan een grotere DHCP-pool, kan de reeks statische adressen worden verkleind. Hierdoor komt meer ruimte beschikbaar voor dynamische adressen, zonder dat de structuur van het adresseringsschema verloren gaat.

De splitsing van IP-adresreeksen tussen locatie en productie en statische en dynamische toewijzing is als volgt:

- Locatie
  - de derde byte is tussen de 1-99 voor statische IP-adressen
  - de derde byte is 100 voor dynamische IP-adressen (DHCP)
- Productie
  - de derde byte is tussen de 101-199 voor statische IP-adressen
  - de derde byte is 200 voor dynamische IP-adressen (DHCP)

#### **3.4.4. Functiegebonden netwerken**

Naast de gedefinieerde IP-adresreeks per technische discipline, zoals audio, video en licht, is binnen FENT ruimte gereserveerd voor toekomstige uitbreidingen, bijvoorbeeld ten behoeve van decor- of hijstechnieken.

Daarnaast kan er binnen een project behoefte ontstaan aan een losstaand, functiegebonden netwerk voor een specifieke productie- of projecttoepassing. Om in deze infrastructurele functie te voorzien heeft FENT de 10.80.0.0/16—reeks toegevoegd. Het spreekt voor zich dat het gebruik van deze reeks altijd vooraf afgestemd en gecommuniceerd dient te worden.

### 3.5. Framework: Gescheiden disciplines

Door netwerkprotocollen via aparte VLANs, of hardwarematig te scheiden wordt wederzijdse beïnvloeding sterk verminderd.

Hardwarematig gescheiden netwerken geeft de gebruiker ervan een overzichtelijke structuur. Bij het gebruik van VLANs worden disciplines virtueel gescheiden terwijl ze hardwarematig dezelfde infrastructuur delen. Voor sommige protocollen is het gebruik van VLANs noodzakelijk.

#### 3.5.1. Virtuele scheiding, VLANs

Bij gebruik van VLAN-scheiding is er per discipline een reeks van tien VLANs beschikbaar. De extra negen VLANs kunnen gebruikt worden voor aanvullende scheiding of protocol-redundantie.

VLAN ID	Discipline	CIDR notatie
1010 (t/m 1019)	Audio	10.10.0.0/16
1020 (t/m 1029)	Intercom	10.20.0.0/16
1030 (t/m 1039)	Video	10.30.0.0/16
1040 (t/m 1049)	Licht	10.40.0.0/16
1050 (t/m 1059)	ShowControl	10.50.0.0/16
1080 (t/m 1089)	Functiegebonden Specials	10.80.0.0/16
1090 (t/m 1099)	Management	10.90.0.0/16
2	gereserveerd voor AVB	n.v.t.

De bovenstaande tabel vormt een vereenvoudigde samenvatting van het volledige overzicht.

#### 3.5.2. Koppelen naar meerdere VLANs

Het is noodzakelijk dat laptops en computers die gekoppeld moeten worden met meerdere VLANs voor elke discipline een aparte netwerkpoort (NIC) moeten hebben, zodat de protocollen ook 100% gescheiden blijven. Indien gescheiden netwerkpoorten niet mogelijk zijn raadt FENT aan om niet te koppelen op netwerkniveau en gebruik te maken van hardwareprotocollen zoals DMX512, AES-EBU etc. Het is wel mogelijk om gebruik te maken van het Functiegebonden Special VLAN voor de verbinding van en naar apparatuur.

Voorbeeld: Laptop met QLab die zowel audio als licht aanstuurt.

### 3.5.3. Kleurcodering en markering

Niet alleen voor probleemoplossing, maar ook voor het creëren van een helder overzicht is het gebruik van kleurcodes en markering van groot belang. Dit geldt zowel voor de VLAN-identificatie als voor de keuze van patchkabels. Naast de gestandaardiseerde IP-schema's (zie bijlage) hanteert FENT hiervoor een standaard kleurcodering:

Kleurcodes voor RJ45-patchkabels en VLAN-identificatie:

- Audio primair = **ROOD**
- Audio secundair = **BLAUW**
- Intercom = **GROEN**
- Video = **GEEL**
- Licht = **PAARS**
- Showcontrol = **ROSE**
- Functiegebonden Specials = **AQUA**
- Management = **ORANJE**
- Trunk = WIT

Patchkabels die permanent aangesloten zijn dienen gemarkeerd te zijn. Bij de connectoren is aangegeven waarop ze aangesloten zijn, in het midden van de kabel wat de functie is van die kabel.

Tijdelijke patchkabels worden alleen voorzien van een markering waarop staat wat de functie is en wanneer ze verwijderd kunnen worden.

## 3.6. Framework: Managed switches waar nodig

De belangrijkste overwegingen bij de keuze tussen een plat of een gesegmenteerd netwerk zijn de schaalbaarheid, de beheersbaarheid en de mogelijkheden om betrouwbaar te koppelen met andere netwerken.

Het type switches (managed/unmanaged) dat kan worden toegepast is afhankelijk van de inrichting van het netwerk en de te gebruiken protocollen. Voor een virtuele netwerksegmentatie binnen dezelfde infrastructuur is het gebruik van managed switches noodzakelijk. Als de gebruikte protocollen afhankelijk zijn van specifieke instellingen, zijn correcte instellingen op elke switch in het netwerk essentieel.

In onderstaand schema een beknopt overzicht van de verschillen tussen deze netwerken:

	<b>Plat netwerk</b>	<b>Gesegmenteerd netwerk</b>
<b>Snelle implementatie</b>	Uitstekend	Gemiddeld
<b>Schaalbaarheid</b>	Beperkt	Goed
<b>Redundantie</b>	Geen	Basis
<b>Multi-discipline</b>	Hardwarematig gescheiden	Geïntegreerd
<b>Monitoring</b>	Beperkt mogelijk	Goed
<b>Audio over IP</b>	Beperkt mogelijk	Goed
<b>Video over IP</b>	Beperkt	Goed
<b>Audio/Video-synchronisatie</b>	Beperkt	Goed
<b>Koppelbaarheid</b>	Mogelijk	Goed

### 3.7. Framework: documentatie & communicatie

Ten behoeve van het koppelen van netwerken is het van het grootste belang dat beide partijen weten hoe elkaars netwerken ingericht zijn. Hiervoor is in het Framework als bijlage een standaardformulier opgenomen wat hiervoor een hulpmiddel biedt.

Essentiële documentatie bevat onder andere:

- IP-lijst(en): Alle apparaten met statische adressen en/of DHCP-pools
- VLAN-overzicht(en): Welke poorten in welke VLANs en kleurcode
- Topologie: connecties en switchlocaties

### 3.8. Gebruik van Multicast en IGMP

Omdat multicast-communicatie in veel podiumtechnische protocollen wordt gebruikt, is het gebruik van IGMP essentieel.

Zonder de juiste IGMP-instellingen wordt multicast als broadcast behandeld, wat het netwerk kan overspoelen en kan het zijn dat apparaten meer data ontvangen dan ze kunnen verwerken en daardoor niet goed functioneren.

Per netwerk is tenminste één apparaat (switch) ingesteld als de IGMP-querier. Als er meerdere queriers in het netwerk aanwezig zijn, zal de de querier met het laagste IP-adres actief zijn.

IGMP-snooping is de functie in managed switches die voorkomt dat netwerkverkeer onnodig alle poorten 'overspoelt'. Bij alle switches in het multicast netwerk moet deze functie ingeschakeld worden.

### 3.9. Gebruik van Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) bepaalt in virtueel gesegmenteerde netwerken welk netwerkverkeer voorrang krijgt wanneer het netwerk gebruikt wordt. Hierdoor is het mogelijk om prioriteit te geven aan specifieke protocollen. In podiumtechnische netwerken kan dit belangrijk zijn omdat gebruikte protocollen verschillende toleranties hebben voor vertraging en pakketverlies.

discipline	prioriteit QoS	omschrijving
<b>Audio</b>	Zeer hoog	Hoogste prioriteit, omdat vertragingen of pakketverlies direct hoorbaar zijn als stringen of drop-outs in audio.
<b>Video</b>	Hoog	Zeer belangrijk, vooral bij live en interactieve toepassingen, want beeldverlies of haperingen zijn direct zichtbaar
<b>Showcontrol</b>	Middel	Iets minder gevoelig voor kleine vertragingen of pakketverlies; geen direct hoorbare/zichtbare gevolgen zoals bij audio/video.
<b>Licht</b>		QoS is bij de huidige lichtprotocollen niet relevant, aangezien deze protocollen geen gebruikmaken van mechanismen waarbij QoS invloed heeft op de werking.
<b>Management</b>	Laag	vertraging heeft geen kritisch effect; pakketverlies kan altijd opnieuw kan worden aangevraagd.

### 3.10. Gebruik van Energy Efficient Ethernet

Redelijk veel switches maken gebruik van IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet. Deze energiebesparende techniek introduceert vertragingen en variaties in datadoorvoer.

Let op: switches die gebruik maken van Energy Efficient Ethernet zijn, indien deze functie niet is uit te schakelen, ongeschikt voor toepassingen als audio of video.

### 3.11. Gebruik van Redundantie

In de podiumtechniek, met name bij audio- en videotoeepassingen, kan netwerkredundantie noodzakelijk zijn om de continuïteit en bedrijfszekerheid van systemen te waarborgen. Protocollen zoals Dante en andere Audio over IP oplossingen, maar ook bepaalde video-over-IP systemen, ondersteunen hiervoor een primaire en secundaire netwerkstructuur.

Binnen FENT wordt netwerkredundantie functioneel benaderd. Dit betekent dat redundantie uitsluitend wordt toegepast waar de toepassing hier daadwerkelijk om vraagt, bijvoorbeeld bij kritische audio-signalen of show-essentiële videoverbindingen. Redundantie is geen standaardvereiste, maar een ontwerp keuze.

Indien redundantie wordt toegepast, dienen primaire en secundaire netwerken logisch en fysiek gescheiden te zijn, met afzonderlijke VLAN's, IP-adresreeksen en bij voorkeur gescheiden switch-infrastructuur. Het is nadrukkelijk niet de bedoeling dat redundante netwerken alsnog via gedeelde componenten een single point of failure introduceren.

De gekozen vorm van redundantie, inclusief de onderliggende netwerkarchitectuur, dient altijd vooraf te worden afgestemd en vastgelegd binnen het project.

In de toekomstige hoofdstukken over discipline-specifieke onderdelen, zoals audio en video, zal hier verder op worden ingegaan.

### 3.12. Gebruik van PTP-synchronisatie

Voor audio- en video-over-IP toepassingen is nauwkeurige tijdsynchronisatie tussen systemen essentieel. Hiervoor wordt binnen de podiumtechniek gebruikgemaakt van PTP (Precision Time Protocol). PTP zorgt ervoor dat alle betrokken apparaten beschikken over een gemeenschappelijke, zeer nauwkeurige klok, wat een voorwaarde is voor stabiele en voorspelbare werking van deze systemen. Het toepassen van PTP binnen FENT is altijd afhankelijk van de gekozen techniek en de eisen van het systeem.

Wanneer PTP onderdeel is van het netwerk ontwerp, moet hier bij de inrichting expliciet rekening mee worden gehouden. Dit vraagt om geschikte netwerkcomponenten, een zorgvuldige positionering van klokbronnen en een heldere afbakening van PTP-verkeer binnen het netwerk. Ongecontroleerd gebruik van PTP kan leiden tot instabiliteit en ongewenst gedrag van systemen.

Verdere uitwerking volgt ook in de discipline-specifieke hoofdstukken, zoals audio en video.

## 4. Discipline-specifiek: Belichting

### 4.1. Inleiding

Lichtnetwerken vormen vaak de eerste kennismaking met IP-gebaseerde podiumtechniek. Waar DMX jarenlang de standaard was met zijn 512 kanalen per universe via XLR-kabels, biedt DMX-over-IP, zoals bijvoorbeeld protocollen sACN en Art-Net, fundamentele voordelen. Eén kabel voor alle universes, flexibele routing en de mogelijkheid om meerdere bronnen te laten samenwerken.

Dit hoofdstuk behandelt de specifieke aspecten van lichtnetwerken: van protocol keuzes tot universe-mapping en prioriteitsbeheer.

### 4.2. IP & VLAN-indeling

VLAN 1040 is voor het koppelen van het discipline-specifieke lichtnetwerk. Zie hieronder voor het IP-adresreeks gedeelte. De andere VLAN nummers 1041 t/m 1049 zijn gereserveerd voor uitbreidingen binnen de lichttechniek.

VLAN	VLAN Name	CIDR notatie	Groep	eerste IP adres	laatste IP adres
1040	LIGHTING	10.40.0.0/16	Locatie	10.40.1.11	10.40.99.250
			Locatie DHCP	10.40.100.11	10.40.100.250
			Productie	10.40.101.11	10.40.199.250
			Productie DHCP	10.40.200.11	10.40.200.250

### 4.3. Standaard protocol ten behoeve van koppeling

Voor het koppelen van het lichtnetwerk gaat FENT uit van het sACN-protocol (ANSI E1.31). De reden hiervoor bestaat uit de opbouw gebaseerd op multicast, de schaalbaarheid en het gebruik van prioriteiten.

FENT realiseert zich dat er altijd gebruikers zijn die Art-Net gebruiken aangezien lang niet alle applicaties en apparatuur sACN ondersteunen. Daarom is het gebruik van beide protocollen niet uit te sluiten.

Het is goed om te benadrukken dat sACN en Art-Net vrijwel probleemloos op hetzelfde netwerk kunnen opereren zonder onderlinge conflicten. Om die reden hanteert FENT één gezamenlijke IP-adresreeks en één VLAN voor licht in het algemeen. Wanneer daar aanleiding toe is, bijvoorbeeld als Art-Net voor een specifiek onderdeel wordt ingezet naast het algemene licht op sACN, kan dit desgewenst worden afgescheiden door gebruik te maken van een apart VLAN en/of IP-adresreeks, bijvoorbeeld VLAN 1041.

## 4.4. sACN

### 4.4.1. Multicast

Het sACN-protocol is primair multicast. Dit biedt als voordeel dat dit netwerkverkeer door middel van IGMP geoptimaliseerd kan worden, zie paragraaf 3.8. sACN kan daarnaast door de zender ook verstuurd worden als unicast.

Het maakt bij multicast sACN in principe niet uit of de zender en ontvanger in dezelfde IP-adresreeks zitten. Een lichttafel in de 10.42.0.0/16 reeks van de productie kan data versturen naar een node in de 10.41.0.0/16 reeks van het huis, mits deze zich beide in hetzelfde VLAN bevinden.

### 4.4.2. Universe-verdeling (sACN)

Een sACN-universe is adresseerbaar met een getal tussen de 1 en 63.999. Universe-conflicten ontstaan wanneer meerdere bronnen hetzelfde universe-nummer gebruiken zonder duidelijke prioriteitsafspraken.

FENT gebruikt de volgende sACN-universe-indeling:

Eigenaar	Opmerking	Universe Reeks
Locatie	vaste installatie	1-1000
Productie	tijdelijke installatie	1001-2000
Gereserveerd	grote producties of toekomstige groei	2001-5000

### 4.4.3. Prioriteiten (sACN)

sACN ondersteunt prioriteiten van 0-200 (standaard 100). Een hogere waarde voor prioriteit heeft voorrang op een lagere prioriteit. Deze functie is op de lichtregeltafel in te stellen per universe en in sommige gevallen zelfs op DMX-kanaal of parameter-niveau.

FENT stelt de volgende prioriteitsindeling voor:

Eigenaar	Opmerking	Prioriteiten
Locatie	vaste installatie	50-99
Productie	tijdelijke installatie	100-149
Locatie	specials zoals trede- en sluis-verlichting	150-199
Noodvoorziening		200

**Bijvoorbeeld:** De stel-lichttafel van een theater stuurt sACN uit met prioriteit 99. Zodra de productietafel sACN uitstuurt met prioriteit 100 of hoger, dan neemt deze de controle over van de gebruikte universes.

## 4.5. Art-Net

### 4.5.1. Broadcast

Art-Net was vanaf zijn oorsprong een broadcast-only protocol. Sinds Art-Net 2 is unicast-ondersteuning toegevoegd als optie, waarbij de zender de data gericht naar één specifieke ontvanger stuurt. Vanaf Art-Net 4 heeft unicast vanuit het protocol de voorkeur en daarnaast is RDM toegevoegd.

### 4.5.2. Universe verdeling (Art-Net)

Een Art-Net-Universe kan geadresseerd worden met een Net (0-127), subnet (0-15) en een universe (0-15). Niet alle apparaten ondersteunen het gebruik van het Net-adres. FENT stelt voor om het Net-adres op de default-waarde te houden. Dit geeft 256 mogelijke universes (16 x 16) waarbij de notatie Subnet.Universe wordt gebruikt:

Eigenaar	Opmerking	Universe Reeks	Aantal universes
Locatie	vaste installatie	0.0 – 7.15	128 universes
Productie	tijdelijke installatie	8.0 - 14.15	112 universes
Gereserveerd	grote producties of toekomstige groei	15.0 - 15.15	16 universes

### 4.5.3. Prioriteiten (Art-Net)

Het Art-Net-protocol kent geen prioriteitsmechanisme. Als er meerdere zenders zijn voor hetzelfde universe, dan zijn er ontvangers die dit kunnen mergen. Dit is ontvanger/merk-afhankelijk, daarom adviseert FENT één actieve zender per universe.

### 4.5.4. IP-adressen (Art-Net)

Om Art-net te gebruiken moeten de zender en ontvanger in dezelfde IP-adresreeks zitten, dit is 10.40.0.0/16 binnen het FENT.

Art-net kan ook gebruik maken van de 2.0.0.0/8 reeks. Bij gecombineerde netwerken waar bijvoorbeeld ook internet op draait kan dit voor problemen zorgen. Vandaar dat binnen het FENT gekozen is voor gebruik van de 10.0.0.0/16 reeks.

## 4.6. RDM

Het RDM-protocol is een uitbreiding op het DMX-protocol en kan gebruikt worden om via de DMX-lijn op afstand instellingen te veranderen en uit te lezen van aangesloten armaturen. FENT adviseert om RDM-functionaliteit uit te zetten bij het koppelen van twee netwerken, aangezien apparatuur van de productie essentiële instellingen kan veranderen in de apparatuur van de locatie en vice versa.

**Kritiek punt!**: Als RDM aanstaat, dan kan bijvoorbeeld via de lichttafel van de productie de DMX-adressen en personality's van de gebruikte lichtarmaturen aanpast worden, waardoor de lichttafel van de locatie geen controle meer heeft over de lichtset.

Als RDM-functionaliteit toch gewenst is, dan stelt FENT de volgende werkwijze voor:

- RDM staat standaard uit.
- RDM wordt ingeschakeld voor de benodigde DMX-lijn, in goed overleg tussen de technicus van de locatie en de productie.
- Na het maken van de wijzigingen wordt RDM weer uitgezet.

#### **4.6.1. RDM over ethernet**

RDM-functionaliteit via ethernet kan worden gerealiseerd door gebruik te maken van Art-Net 4 of van RDMnet (ANSI E1.33). RDMnet is het ACN-protocol dat het RDM-verkeer afhandelt en vormt daarmee een losstaande toevoeging op sACN (Streaming ACN).

Voor het gebruik van ethernet voor DMX, inclusief RDM-communicatie, zijn momenteel drie opties beschikbaar:

- Art-Net v4: voor DMX en RDM
- sACN voor DMX en Art-Net v4 voor RDM
- sACN voor DMX en RDMnet voor RDM

#### **4.6.2. RDMnet scope/broker**

Een netwerk met RDMnet kan worden opgedeeld in één of meerdere zogenoemde scopes. Binnen een scope kunnen apparaten met elkaar communiceren en centraal worden beheerd, buiten die scope is dit niet mogelijk.

Elke scope kent maximaal één broker. De broker fungeert als de centrale spil binnen het RDMnet-netwerk, deze distribueert berichten, zoals instellingswijzigingen, naar de armaturen en zorgt ervoor dat alle aangesloten controllers automatisch op de hoogte worden gebracht zodra wijzigingen zijn doorgevoerd.

De broker kan geïntegreerd zijn in een lichttafel, maar ook als zelfstandige, standalone applicatie draaien.

Bij gebruik van RDMnet stelt FENT de volgende werkwijze voor:

- Locatie gebruikt een scope met daarin de naam van de locatie.
- Productie gebruikt een scope met daarin de naam van de productie.

Op deze manier heeft zowel de locatie als de productie zijn eigen broker en RDM-functionaliteit.

## 5. Discipline-specifiek: Audio

Audiotechniek over IP, voorgenomen uitbreiding

## 6. Discipline-specifiek: Intercom

Intercomtechniek over IP, voorgenomen uitbreiding

## 7. Discipline-specifiek: Video

Videotechniek over IP, voorgenomen uitbreiding

## 8. Discipline-specifiek: ShowControl

ShowControl over IP, voorgenomen uitbreiding

## 9. VLAN en IP-tabel

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1010</b>	AUDIO-PRI	Audio	Locatie	10.10.1.11	10.10.99.250
			Locatie DHCP	10.10.100.11	10.10.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.10.101.11	10.10.199.250
10.10.0.0/16	255.255.0.0	Rood #FF0000	Productie DHCP	10.10.200.11	10.10.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1015</b>	AUDIO-SEC	Audio	Locatie	10.15.1.11	10.15.99.250
			Locatie DHCP	10.15.100.11	10.15.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.15.101.11	10.15.199.250
10.15.0.0/16	255.255.0.0	Blauw #0000FF	Productie DHCP	10.15.200.11	10.15.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1020</b>	INTERCOM	Intercom	Locatie	10.20.1.11	10.20.99.250
			Locatie DHCP	10.20.100.11	10.20.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.20.101.11	10.20.199.250
10.20.0.0/16	255.255.0.0	Groen #00FF00	Productie DHCP	10.20.200.11	10.20.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1030</b>	VIDEO	Video	Locatie	10.30.1.11	10.30.99.250
			Locatie DHCP	10.30.100.11	10.30.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.30.101.11	10.30.199.250
10.30.0.0/16	255.255.0.0	Geel #FFFF00	Productie DHCP	10.30.200.11	10.30.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1040</b>	LIGHTING	Licht	Locatie	10.40.1.11	10.40.99.250
			Locatie DHCP	10.40.100.11	10.40.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.40.101.11	10.40.199.250
10.40.0.0/16	255.255.0.0	Paars #A000FF	Productie DHCP	10.40.200.11	10.40.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1050</b>	SHOWCONTROL	ShowControl	Locatie	10.50.1.11	10.50.99.250
			Locatie DHCP	10.50.100.11	10.50.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.50.101.11	10.50.199.250
10.50.0.0/16	255.255.0.0	Roze #FF7FFF	Productie DHCP	10.50.200.11	10.50.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1080</b>	SPECIAL	Functiegebonden	Locatie	10.80.1.11	10.80.99.250
			Locatie DHCP	10.80.100.11	10.80.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.80.101.11	10.80.199.250
6750	255.255.0.0	Aqua #80FFFF	Productie DHCP	10.80.200.11	10.80.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1090</b>	MANAGEMENT	Management	Locatie	10.90.1.11	10.90.99.250
			Locatie DHCP	10.90.100.11	10.90.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.90.101.11	10.90.199.250
10.90.0.0/16	255.255.0.0	Oranje #FF8000	Productie DHCP	10.90.200.11	10.90.200.250

## 10. Bijlagen

### 10.1. VLAN en IP-tabel

Voor de VLAN en IP-tabel als los document, zie de website

<https://www.fent-tech.nl/download/iptabel>

### 10.2. Technische lijst

Voor de technische lijst, in bepaalde kringen ook rider genoemd, zie de website

<https://www.fent-tech.nl/download/technischelijst>

### 10.3. Kernbegrippenlijst

In deze leidraad zijn de belangrijkste begrippen verzameld die regelmatig terugkomen. De kernbegrippen zijn in alfabetische volgorde kort toegelicht, zodat iedereen weet waar we het precies over hebben. Op deze manier ontstaat een gemeenschappelijke taal die misverstanden helpt te voorkomen en het gebruik van de leidraad eenvoudiger en overzichtelijker maakt. Deze lijst is zeker niet volledig, maar bevat de begrippen die voor dit onderwerp het meest van belang zijn.

Zie ook: <https://www.fent-tech.nl/download/kernbegrippen>

#### *AES67*

Open standaard voor Audio-over-IP die compatibiliteit biedt tussen verschillende systemen (zoals Dante en Ravenna).

#### *Access port*

Access-poorten zijn netwerkpoorten op een managed switch ten behoeve van één VLAN,

#### *Art-Net*

Art-Net is een protocol ontwikkeld door Artistic Licence dat DMX en ook vanaf versie 4 RDM gegevens via IP-netwerken verstuurt. Het ondersteunt zowel unicast als broadcast en wordt veel gebruikt in theaters en bij live-events. Art-Net is oorspronkelijk ontworpen voor gebruik binnen een gesloten netwerk, doorgaans met IP-adressen in de 2.x.x.x-reeks (subnet 255.0.0.0). Hoewel dit nog steeds de standaard is, kan Art-Net 4 tegenwoordig ook probleemloos binnen andere IP-adresreeks functioneren.

#### *AVB (Audio Video Bridging)*

AVB is een set IEEE-standaarden voor het transport van tijdkritische audio- en videosignalen over Ethernet, waarbij gegarandeerde bandbreedte en lage, voorspelbare latency centraal staan. AVB vereist specifieke, AVB-geschikte netwerkcomponenten en werkt binnen een strikt gecontroleerde netwerkarchitectuur.

#### *Broadcast*

Verkeer dat naar alle apparaten in een netwerksegment wordt gestuurd. Vaak ongewenst omdat het de prestaties belast.

#### *Compatibiliteit*

Het vermogen van verschillende systemen, apparaten en protocollen om met elkaar te communiceren en samen te werken, ongeacht fabrikant of technologie. In de podiumtechniek betekent dit dat apparatuur van verschillende merken betrouwbaar data kan uitwisselen binnen hetzelfde netwerk.

## *Dante*

Veelgebruikt Audio-over-IP protocol van Audinate. Kent zeer lage latency en redundantie.

## *DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)*

Protocol dat automatisch IP-adressen toewijst. Vaak uitgezet in podiumtechniek-netwerken ten behoeve van voorspelbaarheid en troubleshooting.

## *DSCP (Differentiated Services Code Point)*

Het is een veldje in de IP-header (in het Type of Service / ToS byte) waarmee netwerkapparatuur kan zien hoe belangrijk een datapakket is. Je gebruikt DSCP dus om Quality of Service (QoS) te regelen: bepaalde pakketten krijgen voorrang of een andere behandeling in switches en routers.

## *FENT (Framework Entertainment Network Technologie)*

Zie hoofdstuk 1.

## *IGMP (Internet Group Management Protocol)*

Het Internet Group Management Protocol (IGMP) is een netwerkprotocol dat het mogelijk maakt dat apparaten ) zich kunnen aan- en afmelden van multicastgroepen. Hierdoor kan data efficiënt van één bron naar meerdere ontvangers worden verzonden, zogeheten multicasting. Apparaten sturen IGMP-berichten via lokale ethernetswitches richting een IGMP-querier om kenbaar te maken welke multicaststreams zij willen ontvangen. Dankzij IGMP wordt multicastverkeer uitsluitend doorgestuurd naar ethernetswitches en apparaten die expliciet om die specifieke streams vragen. Dit voorkomt netwerkvervuiling en verhoogt de stabiliteit en voorspelbaarheid van het netwerk.

## *IGMP-snooping*

IGMP-snooping is een functie op Layer-2 (en hoger) ethernetswitches die multicastverkeer binnen een lokaal netwerk (LAN) reguleert. Door actief IGMP-berichten te analyseren, snoopen, leert de switch welke apparaten geïnteresseerd zijn in welke multicastdatastreams, bijvoorbeeld sACN-universes of Dante streams. Als een poort geen IGMP berichten stuurt zal IGMP snooping multicastverkeer op en naar die poort blokkeren.

## *IGMP-querier*

Een IGMP-querier is een essentieel onderdeel van een multicastnetwerk. De querier fungeert als de regisseur van het multicastverkeer en controleert periodiek welke apparaten nog actief lid zijn van multicastgroepen en waar deze vandaan komen. Zonder actieve querier verliezen de switches in het netwerk deze informatie en zal multicastverkeer uiteindelijk als broadcast worden behandeld, met alle gevolgen van dien.

### *Latency*

Vertraging bij transport van data. Kritisch bij audio en video; iets minder bij licht.

### *Managed Switch*

Een managed switch is een netwerkswitch die configureerbaar en beheerbaar is. Dit type switch biedt functies zoals VLAN-indeling, Quality of Service (QoS), IGMP multicastbeheer, monitoring en beveiligingsinstellingen.

### *Multicast*

Verzendmethode waarbij één zender data naar meerdere ontvangers stuurt. Binnen ethernet-netwerken gebeurt dit enkel naar de apparaten die zich hiervoor actief aanmelden.

### *Podiumtechniek*

Podiumtechniek omvat de technische disciplines, installaties en middelen die noodzakelijk zijn voor het realiseren van theatervoorstellingen, concerten, evenementen en presentaties. Hieronder vallen onder meer licht-, geluid-, video- en show-control systemen, rigging, toneelmechanica en de bijbehorende netwerken en infrastructuur.

### *Private IP Address*

IP-adressen die alleen binnen een lokaal netwerk gebruikt worden (bijv. 10.x.x.x, 172.16–31.x.x, 192.168.x.x).

### *PTP (Precision Time Protocol, IEEE 1588)*

Protocol om apparaten zeer nauwkeurig te synchroniseren.

### *QoS (Quality of Service)*

Netwerkinstelling welke bepaalt welk verkeer prioriteit krijgt.

### *RDMnet*

RDMnet is het protocol voor het versturen van RDM-informatie over een IP-netwerk, vastgelegd in standaard ANSI E1.33.

### *Redundantie*

Het dubbel uitvoeren van verbindingen of systemen om storingen op te vangen.

Voorbeeld: Dante ondersteunt Primary en Secondary netwerken; als één kabel wordt onderbroken blijft de audiostroom lopen.

### *Router*

Apparaat dat verkeer tussen verschillende netwerken kan sturen (in tegenstelling tot een switch, die alleen binnen één netwerk werkt).

### *sACN (Streaming Architecture for Control Networks)*

Standaardprotocol om DMX over een IP-netwerk te versturen, vastgelegd in de standaard ANSI E1.31.

### *Subnet / Subnetmask*

Bepaalt welke IP-adressen in hetzelfde netwerk vallen.

### *UDP (User Datagram Protocol)*

Transportprotocol zonder foutcontrole of hertransmissie, maar zeer snel en geschikt voor real-time.

### *Unicast*

Communicatie van één zender naar één ontvanger.

### *Unmanaged switch*

Een unmanaged switch is een eenvoudige netwerkswitch die geen configuratiemogelijkheden biedt. Apparaten worden automatisch met elkaar verbonden op basis van plug-and-play, zonder dat netwerkparameters of beheerfuncties ingesteld kunnen worden. Dit type switch is vooral geschikt voor kleine of niet-kritische netwerken waar flexibiliteit en geavanceerd beheer niet noodzakelijk zijn.

### *VLAN (Virtual Local Area Network)*

Virtuele scheiding binnen één hardwarematig netwerk.

### *VLAN trunking*

VLAN trunking is een techniek die wordt gebruikt om meerdere VLANs tegelijk over één hardwarematige netwerkverbinding (bijvoorbeeld een Ethernetkabel of switch-poort) te transporteren. Kort gezegd: in plaats van voor elk VLAN een aparte kabel te trekken, worden de VLAN-pakketten “getagd” en gezamenlijk over één trunk-link gestuurd.

# 11. Verantwoordelijkheid en vervolg

## 11.1. Disclaimer

De samenstellers van dit document hebben uiterste zorg besteed aan het opstellen van een zo volledig en gedegen mogelijk Framework, gebaseerd op de op dat moment beschikbare kennis, inzichten en technische specificaties. Desondanks kan niet worden uitgesloten dat onbedoeld fouten of onvolkomenheden in het document terecht zijn gekomen.

De samenstellers aanvaarden geen aansprakelijkheid voor eventuele schade, storingen of andere gevolgen die voortvloeien uit onjuiste interpretatie, onvolledige toepassing of foutieve implementatie van de in dit document beschreven richtlijnen. De verantwoordelijkheid voor het ontwerp, de implementatie en het beheer van technische systemen blijft te allen tijde bij de betrokken uitvoerende partijen.

Daarnaast dient te worden opgemerkt dat technische protocollen, standaarden en productspecificaties aan verandering onderhevig zijn. Het is mogelijk dat specifieke technische eisen gedurende of na het opstellen van dit document zijn aangepast. Gebruikers van dit Framework worden geacht de informatie in dit document te verifiëren en het document te hanteren als richtlijn, niet als bindende technische specificatie.

## 11.2. Roadmap en toekomst

Dit document vormt de basis van het Framework en richt zich in deze fase primair op de generieke netwerkstructuur en onderliggende uitgangspunten. Diverse discipline-specifieke hoofdstukken, waaronder audio, intercom, video en showcontrol, dienen in vervolgfases verder te worden uitgewerkt en aangevuld. Hierbij zal expliciet worden ingegaan op de bijbehorende protocollen en randvoorwaarden, zoals PTP, tijdcode en andere relevante technische voorzieningen. Ook het gebruik van één netwerk voor meerdere zalen, of situaties met meerdere gezelschappen of bands op één podium is onderdeel voor in een volgende versie van het Framework.

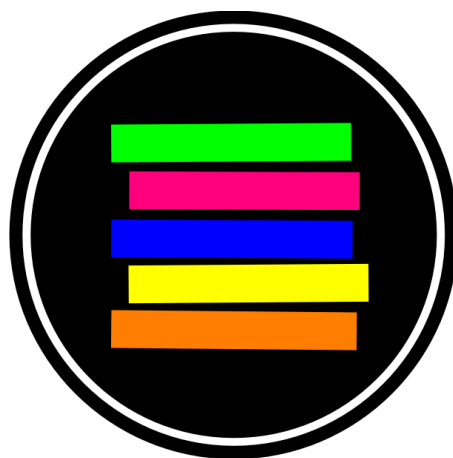
Voor de verdere uitwerking wordt uitgegaan van een globale fasering. In de komende zes maanden ligt de focus op de disciplines audio en intercom. In de daaropvolgende zes maanden zullen de hoofdstukken over video en showcontrol worden uitgewerkt. Deze planning is indicatief en kan, afhankelijk van beschikbare capaciteit, voortschrijdend inzicht en externe ontwikkelingen, worden bijgesteld.

### 11.3. Versielijst

Hierbij een globale versielijst van het FENT document:

Versie	Datum	Omschrijving
<b>V 0.9.0</b>	2025-11-11	<i>Interne versie t.b.v. klankbordgroep, gepresenteerd in Houten</i>
<b>V 0.9.3</b>	2025-12-18	<i>Interne versie t.b.v. werkgroep kerstreading</i>
<b>V 0.9.4</b>	2026-01-06	<i>Interne versie t.b.v. werkgroep laatste controles</i>
<b>V 1.0.0</b>	2026-01-13	Eerste publieke versie, gepresenteerd op CUE 2026
<b>V 1.1.0</b>	2026-04-16	Aangepaste versie, kleurcodes en typefouten

Voor de laatste versie van dit document zie: <https://www.fent-tech.nl/download/framework>





## Framework Entertainment Netwerk Technologie VLAN en IP-lijst V1.1

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1010</b>	AUDIO-PRI	Audio	Locatie	10.10.1.11	10.10.99.250
			Locatie DHCP	10.10.100.11	10.10.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.10.101.11	10.10.199.250
10.10.0.0/16	255.255.0.0	Rood #FF0000	Productie DHCP	10.10.200.11	10.10.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1015</b>	AUDIO-SEC	Audio	Locatie	10.15.1.11	10.15.99.250
			Locatie DHCP	10.15.100.11	10.15.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.15.101.11	10.15.199.250
10.15.0.0/16	255.255.0.0	Blaauw #0000FF	Productie DHCP	10.15.200.11	10.15.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1020</b>	INTERCOM	Intercom	Locatie	10.20.1.11	10.20.99.250
			Locatie DHCP	10.20.100.11	10.20.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.20.101.11	10.20.199.250
10.20.0.0/16	255.255.0.0	Groen #00FF00	Productie DHCP	10.20.200.11	10.20.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1030</b>	VIDEO	Video	Locatie	10.30.1.11	10.30.99.250
			Locatie DHCP	10.30.100.11	10.30.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.30.101.11	10.30.199.250
10.30.0.0/16	255.255.0.0	Geel #FFFF00	Productie DHCP	10.30.200.11	10.30.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1040</b>	LIGHTING	Licht	Locatie	10.40.1.11	10.40.99.250
			Locatie DHCP	10.40.100.11	10.40.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.40.101.11	10.40.199.250
10.40.0.0/16	255.255.0.0	Paars #A000FF	Productie DHCP	10.40.200.11	10.40.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1050</b>	SHOWCONTROL	ShowControl	Locatie	10.50.1.11	10.50.99.250
			Locatie DHCP	10.50.100.11	10.50.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.50.101.11	10.50.199.250
10.50.0.0/16	255.255.0.0	Roze #FF7FFF	Productie DHCP	10.50.200.11	10.50.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1080</b>	SPECIAL	Functiegebonden	Locatie	10.80.1.11	10.80.99.250
			Locatie DHCP	10.80.100.11	10.80.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.80.101.11	10.80.199.250
6750	255.255.0.0	Aqua #80FFFF	Productie DHCP	10.80.200.11	10.80.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
<b>1090</b>	MANAGEMENT	Management	Locatie	10.90.1.11	10.90.99.250
			Locatie DHCP	10.90.100.11	10.90.100.250
CIDR notatie	Subnet	Kleur	Productie	10.90.101.11	10.90.199.250
10.90.0.0/16	255.255.0.0	Oranje #FF8000	Productie DHCP	10.90.200.11	10.90.200.250

VLAN ID	VLAN Naam	Discipline	Groep	Eerste IP adres	Laatste IP adres
2		Gereserveerd voor/door AVB		n.v.t.	
CIDR notatie	Subnet	Kleur			
		Rood #FF0000			

# Framework Entertainment Netwerk Technologie

## TECHNISCHE LIJST

INVULFORMULIER

versie 1.0

datum 13 januari 2026



# GEGEVENS

Ingevuld/aangepast op datum:

## Locatie/productie gegevens

Naam locatie/productie

Locatie/productie naam:

Adres + huisnummer:

Postcode:

Plaats:

Telefoon algemeen:

E-mail algemeen:

Contactpersoon:

Functie contactpersoon:

Telefoonnummer contactpersoon:

Email contactpersoon:

## Overige gegevens

Link naar technische lijst/rider:

Link naar website algemeen



# OVERZICHT

	IP-adresreeks volgens FENT	Apart fysiek netwerk	Viruteel (VLAN) Gescheiden netwerk	VLAN ID Volgens FENT	DHCP Actief	DHCP-adresreeks Volgens FENT	IGMP-Querier actief	Netwerk beschikbaar voor gezelschap	Opmerking:
Audio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Intercom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Video	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Licht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Showcontrol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Functiegebonden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Management	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AVB		<input type="checkbox"/>							

Op de volgende pagina's is er de mogelijkheid om afwijkingen ten opzichte van FENT aan te geven.



## Gebruikte VLAN

Hieronder het volgende: \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_/16 vervangen door gebruikte IP-adresreeks. Bijvoorbeeld:10.40.1.11/16

ID	VLAN NAAM	IP-RANGE	IGMP- QUERIER	IGMP- QUERIER ADRES	DHCP RANGE	Tagged
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>

Opmerkingen:



## IP-overzicht indien afwijkend

Hieronder het volgende: \_\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_.\_\_\_\_/16 vervangen door gebruikte IP-adresreeks. Bijvoorbeeld:10.40.1.11/16

Wat:	IP-adresreeks:	sACN Priority	Opmerkingen:
Beschikbaar voor productie:			

Opmerkingen:



# LICHT-SPECIFIEK

## Universe-overzicht

Zijn er uitzonderingen of bijzonderheden ten opzichte van de lijst zoals die wordt voorgesteld door FENT dan kunt u dat in het volgende veld vermelden:

