

Росен Пасарелски

Центрове за данни и
структурно окабеляване

**ЦЕНТРОВЕ ЗА ДАНИИ
И СТРУКТУРНО ОКАБЕЛЯВАНЕ**



Росен Пасарелски

**ЦЕНТРОВЕ ЗА ДАННИ
И СТРУКТУРНО ОКАБЕЛЯВАНЕ**

Центрове за данни и структурно окабеляване

© доц. д-р Росен Иванов Пасарелски – автор

Рецензент: доц. д-р инж. Анушка Станчева

Научен редактор: доц. д-р Васил Къдрев

© Издателство на Нов български университет, 2024

ул. „Монтевидео“ 21, 1618 София

www.nbu.bg

bookshop.nbu.bg

Всички права са запазени. Не е разрешено публикуването на части от книгата под каквато и да е форма – електронна, механична, фотокопирна, презапис или по друг начин – без писменото разрешение на носителя на авторските права.

© Янис Меймарис – корица, дизайн и предпечатна подготовка

ISBN 978-619-233-299-0 (електронно издание)

СЪДЪРЖАНИЕ

ПРЕДГОВОР	9
ВЪВЕДЕНИЕ	11
1. Центрове за данни	13
1.1 Същност и предназначение	13
1.2 Видове центрове за данни	13
1.2.1 Традиционни центрове за данни	14
1.2.2 Модулни центрове за данни	17
1.2.3 Зелени центрове за данни	22
2. Хардуер като инфраструктура в центрoвете за данни	25
2.1. Сървъри	25
2.1.1. Видове сървъри	25
2.1.1.1. Блейд сървъри	26
2.1.1.2 Сървъри кула	28
2.1.1.3. Рак сървъри	30
2.1.2 Хардуерни компоненти на сървърите в центрoвете за данни	34
2.1.3 Допълнителни изисквания към сървърите в центрoвете за данни	34
2.2. Маршрутизатори	35
2.2.1. Видове рутери	40
2.3. Комутатори	43
2.3.1. Видове комутатори	45
2.4. Сторидж в центрове за данни	51
2.4.1. Типове и нива на сторидж	54
2.4.2. Сторидж протоколи и интерфейси	55
2.4.3. Усъвършенствани функционалности свързани със сториджа в центрoвете за данни	56
2.5. Кабели в центрoвете за данни	57
2.6. Непрекъсваеми UPS храняващи устройства	63
2.6.1. Видове UPS устройства	63
2.6.2. Компоненти на UPS устройствата	65

2.7. Комуникационни и сървърни ракове	66
2.7.1 Физически компоненти на комуникационните и сървърните ракове	67
2.7.2. Предназначение на комуникационните и сървърните ракове	69
3. Захранване в център за данни	71
3.1. Външен трансформатор или електрическа подстанция	73
3.2. Резервни генератори	75
3.3. Блокове PDU за разпределение на енергия	77
3.4. Статични STS трансферни превключватели	79
3.5. Оборудване за регулиране на захранването	81
3.6. Системи за мониторинг и управление на мощността	83
3.7. Батерийни системи	86
3.8. Контрол на околната среда	88
3.9. Мерки за енергийна ефективност	90
3.10. Интегриране на възобновяема енергия	93
4. Охлаждане в център за данни	95
4.1. Въздухообработващи устройства и охладителни модули	98
4.2. Устройства CRAC за климатизация на компютърна зала	100
4.3. Охлаждащи модули в сървърен ред и отгоре	102
4.4 Чилъри	104
4.5 Охладителни кули	106
5. Структурно и неструктурирано окабеляване в центрове за данни	110
5.1 Структурно окабеляване в център за данни	111
5.2. Компоненти на структурното окабеляване в център за данни	114
5.2.1. Входни устройства	116
5.2.2 Входящо оборудване за влизане в център за данни	119
5.2.3. Основна разпределителна MDF рамка	120
5.2.4 Междинни разпределителни IDF рамки	123
5.2.5 Стая за оборудване	125
5.2.6. Вертикално окабеляване	127

5.2.7 Поддържащо и хоризонтално окабеляване	129
5.2.8. Телекомуникационни ракове и кабинни	132
5.2.9. Телекомуникационна стая	134
5.2.10. Работна зона	136
5.3. Подходи при изграждане на вертикално окабеляване	139
5.4. Подходи при изграждане на хоризонтално окабеляване	142
6. Системи за резервиране и архивиране	145
7. План за бедствия и аварии	147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	151
СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ АБРЕВИАТУРИ	154
СПИСЪК НА ФИГУРИТЕ	162
СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНАТА ЛИТЕРАТУРА И ИЗТОЧНИЦИ НА ИНФОРМАЦИЯ	163

ПРЕДГОВОР

Добре дошли в света на центровете за данни и структурното окабеляване!

В епоха, в която информацията е жизнената сила на организациите, значението на центровете за данни не може да бъде подценено. Тези централизирани хранилища на изчислителна мощност са гръбнакът на съвременния бизнес, образователните институции, здравните заведения и почти всеки сектор, който разчита на обработка и съхранение на данни. Въпреки това, успехът на един център за данни зависи не само от неговия хардуер и софтуер, но и от сложната мрежа от кабели, които го свързват.

Този ръкопис е с образователна насоченост и е предназначен да бъде изчерпателен учебник за разбиране на основните концепции, принципи на работа, компоненти и характеристики на центровете за данни и структурното окабеляване. Независимо дали сте студент, придобиващ степен по телекомуникации и мрежово или компютърно инженерство, ИТ специалист, който търси да разшири знанията си или инструктор, който търси ресурс за преподаване на тези съществени предмети, ръкописът ще ви послужи като съдържателен и детайлен ресурс.

Структурата на учебника е предназначена да отведе читателите на пътешествие от основите на центровете за данни, до темите за напреднали, осигурявайки солидна база за разбиране на центровете за данни. Ще научите за еволюцията и видовете центрове за данни и критичната роля, която играят в дигиталната ера. Ще бъдат представени основните компоненти на центровете за данни, включително сървъри, съхранение, мрежово оборудване, системи за захранване и охлаждане и разбира се кабелните системи, които ги свързват.

Структурното окабеляване, често наричано „нервната система“ на центъра за данни, е ключов фокус на тази книга. Проучват се принципите на проектиране, инсталиране и поддръжка на окабеляването, разбирайки как правилната кабелна инфраструктура е от съществено значение за ефективно предаване на информация и безпроблемни операции в центъра за данни. Текстът покрива индустриалните стандарти, видовете кабели и най-новите технологии, които оформят палитрата на окабеляването.

Освен техническите аспекти, този учебник разглежда практическите съображения и най-добрите практики за центрове за данни и управление на структурно окабеляване. Теми като мащабируемост, резервиране, възстановяване след бедствие и енергийна ефективност се изследват в

дълбочина. Ще намерите също насоки за отстраняване на често срещани проблеми и осигуряване на надеждността и издръжливостта на инфраструктурата на центрове за данни.

Вложено е старание да бъде създаден този ръкопис, който да е образователен, но същевременно и увлекателен. В разделите ще намерите казуси от реалния свят, примери и напътствия, които ще ви помогнат да приложите знанията си по смислен начин. Целта е да послужи като университетски учебник в професионално направление „Комуникационна и компютърна техника“, за студенти в програми „Телекомуникации и компютърни технологии“, изучаващи курсове с тематика за центрове за данни, сториџ системи и кабелни мрежи. Също така като наръчник за професионалисти, които се ориентират в комплексността на центрoвете за данни и за организации, които имат желание да използват пълния капацитет на своята компютърна и комуникационна инфраструктура.

Когато се впунете в това образователно пътуване, не забравяйте, че светът на центрoвете за данни и структурното окабеляване е едновременно динамичен и ключов. Знанията, които получавате от този учебник, ще ви помогнат да окажете значително въздействие в кариерата си и да допринесете за ефективността, сигурността и устойчивостта на инфраструктурата за данни.

Надявам се да намерите този ръкопис не само за образователен, но и за приятен и интересен за четене. Подбуждам ви да прегърнете и да се възползвате от възможностите, които ви се откриват, представени на тези редове и очаквам с нетърпение този учебник да ви води и напътства в тази вълнуваща област на обучение.

Благодаря ви, че избирате да се потопите в тези страници, и ви желая най-доброто в търсенето на знания в света на телекомуникациите и компютърната техника, в акцента на центрoвете за данни и структурното окабеляване.

ВЪВЕДЕНИЕ

Еволюцията на центровете за данни и структурното окабеляване е белязана от значителен напредък, воден от непрекъснато нарастващото търсене на възможности за съхранение, обработка и предаване на данни.

Концепцията за центрове за данни може да бъде проследена до ранните дни на компютрите през 50-те и 60-те години на миналия век, когато за първи път са въведени мейнфрейм компютрите. Първоначално тези ранни центрове за данни са сравнително малки и фокусирани върху централизираните изчисления и съхранение на данни за конкретни организации.

През 70-те и 80-те години центровете за данни стават тясно свързани с мейнфрейм компютрите, които изискват специални помещения и специализирани системи за охлаждане. Структурното окабеляване през тази епоха е основно фокусирано върху свързването на терминали към централния мейнфрейм и е сравнително просто в сравнение със съвременните стандарти.

През 80-те и 90-те години на миналия век преминаването към клиент-сървърна архитектура революционизира центровете за данни. По-малките сървъри, разпределени в множество ракове, стават норма. Кабелната инфраструктура се развива, за да поддържа този разпределен изчислителен модел, което довежда до по-сложни конструкции на структурно окабеляване.

В края на 90-те и началото на 2000-те години се наблюдава експлозията на интернет, което стимулира търсенето на центрове за данни, които да хостват уебсайтове, приложения и платформи за електронна търговия. Появяват се съоръжения за колокация, осигуряващи на бизнеса сигурни и добре свързани пространства за хостване на техните сървъри и мрежово оборудване.

Средата между 2005 и 2015 година донася значителна трансформация с възхода на виртуализацията и облачните изчисления. Центровете за данни започват да внедряват виртуализирани среди, консолидиращи сървъри, повишавайки ефективността. Появяват се облачни доставчици като Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure и Google Cloud, трансформирайки начина, по който данните се съхраняват и достъпват.

През последните години хиперконвергентната инфраструктура [2] придобива популярност, интегрирайки изчисления, съхранение и мрежи в една единствена, управлявана от софтуер платформа. Тази еволюция опростява дизайна и управлението на центъра за данни, като намалява нуждата от сложно окабеляване.

С нарастващите опасения за околната среда, енергийната ефективност се превръща в критичен фокус за центровете за данни. Съвременните центрове за данни включват зелени технологии като възобновяеми източници на енергия, ограничаване на топла/студена пътека, енергийно ефективни HVAC системи и решения за управление на хранването.

Тъй като изискванията за данни продължават да растат, периферните изчисления се появяват като решение за намаляване на забавянето чрез обработка на данни по-близо до техния източник. Разгръщането на 5G мрежи допълнително стимулира необходимостта от разпределени центрове за данни, които да поддържат Интернет на нещата (IoT) [16] и приложения в реално време.

Структурното окабеляване също се развива в тандем с технологията на центровете за данни. Центровете за данни преминават от медни кабели към оптични влакна за по-високи скорости на трансфер на данни и по-дълги разстояния. Напредъкът в кабелните стандарти, като категория 5e, категория 6, категория 6a, категория 7, осигурява увеличена честотна лента и производителност. Структурните кабелни системи преминават към модулен дизайн, което улеснява надграждането и мащабирането с развитието на технологията. Интегрират се и способи като PoE, позволяващи доставката, както на данни, така и на хранване през един Етернет кабел, което намалява нуждата от отделно хранващо окабеляване.

Структурните кабелни системи сега често включват усъвършенствани функции за управление и автоматизация, за наблюдение и отстраняване на проблеми.

Еволюцията на центровете за данни и структурното окабеляване продължава да се определя от технологичния напредък и нарастващите изисквания на цифровата ера. Докато се придвижваме към бъдещето, тези области несъмнено ще видят допълнителни иновации в подкрепа на нарастващите нужди на бизнеса и потребителите по целия свят.

1. Центрове за данни

1.1 Същност и предназначение

Центърът за данни представлява традиционна сграда или помещение от модулен тип, чието предназначение е да функционира като хранилище за съхранение на данни, управление на физически и логически ресурси, разпространение на информация и услуги. Най-често центърът за данни се помещава на огромно физическо пространство и се състои от инфраструктура, включваща захранващи и охладителни системи, комуникационно и компютърно оборудване, софтуер и други.

Центърът за данни съчетава различни хардуерни компоненти като комутатори, рутери, сървъри, сторидж устройства за запаметяване и съхранение на данни, комуникационни и сървърни ракове, окабеляване и други. Центровете за данни са изключително скъпи, строго сертифицирани и се изграждат с различно предназначение от високо технологични компании като производствени или корпоративни центрове за данни, за да поддържат и развиват собствения си бизнес или от компании, имащи за цел предоставяне на услуги или отдаване под наем на ресурсите на центъра за данни. Примери за високо технологични компании, изградили и притежаващи центрове за данни в световен мащаб са Amazon, Equinix, China Mobile, Google, Microsoft, IBM, Facebook и други. Повечето от тези компании използват центровете си за данни, за да поддържат, развиват и предоставят свои разнообразни услуги, разработени от тях като например Google Maps, Gmail, Google Drive, а други като China Mobile, за да предоставят телекомуникационни и мобилни услуги, да отдават ресурси под наем чрез виртуализация, облачни технологии и много други.

1.2 Видове центрове за данни

Центровете за данни могат да бъдат класифицирани главно като:

- традиционни;
- модулни;
- зелени.

1.2.1 Традиционни центрове за данни

Традиционните центрове за данни се помещават и експлоатират във фиксирани новопостроени или съществуващи сгради. Те най-обичайно се ситуират в специално построени или преустроени сгради. Тези съоръжения са стратегически избрани въз основа на фактори като близост до източници на енергия, достъп до оптична мрежова инфраструктура и съображения за възстановяване след бедствие или авария. Дизайнът на сградата взема предвид фактори като ефективност на охлаждане, сигурност и мащабируемост. Изграждането на такъв тип център за данни представлява дълъг процес и отнема голям период от време. Този тип центрове за данни не подлежат на трансфериране, много често не могат да бъдат надградени, което ги прави не толкова гъвкави и те често не удовлетворяват различни корпоративни изисквания. Инфраструктурата, включително охлаждане, електроразпределение и мрежи, е интегрирана в съоръжението. Традиционните центрове за данни могат да бъдат надградени чрез добавяне на допълнителни сървърни или комуникационни шкафове, но процесът е възможно да изисква значително планиране и модификации на съществуващата инфраструктура. Мащабирането е възможно също да доведе до неефективност, тъй като системите за хранене и охлаждане е необходимо да поемат новопоставено допълнително оборудване. Поддръжката и надстройките в традиционните центрове за данни могат да бъдат сложни и комплицирани, поради взаимосвързания характер на инфраструктурата. Промените може да изискват спиране на части от съоръжението, което засяга цялостните операции.

Внедряването на традиционен център за данни е възможно да отнеме много време, поради необходимостта от архитектурно и инженерно проектиране, получаване на разрешителни и изграждане на съоръжението. Този процес може да продължи от няколко месеца до години.

Основно този тип центрове за данни функционират като производствени за поддръжане и развиване на собствения бизнес на различни високо технологични компании.

На фигура 1 е илюстриран пример за традиционен център за данни във новопостроена фиксирана сграда.



Фиг. 1 Традиционен център за данни
(Източник [38])

С обстоен преглед се представят предимствата и недостатъците на традиционните центрове за данни.

Като предимства могат да бъдат отбелязани, както следва:

- **Персонализиране** – Традиционните центрове за данни позволяват персонализиран дизайн и персонализиране на инфраструктурата, за да отговарят на специфични организационни нужди и изисквания.
- **Пълен контрол** – Организациите имат пълен контрол върху средата на своя център за данни, мерките за сигурност и конфигурациите.
- **Сигурност** – Физическият контрол и изолацията на центъра за данни предлагат по-високи нива на сигурност, особено за чувствителни данни и приложения.
- **Производителност** – Специализираните хардуерни ресурси в традиционните центрове за данни могат да предложат последователна и предвидима производителност за критични натоварвания.
- **Съответствие** – Традиционните центрове за данни могат да бъдат проектирани да отговарят на специфични стандарти за съответствие, изисквани от индустрии като здравеопазване, финанси и др.
- **Наследена съвместимост** – Организациите със съществуващи наследени системи може да намерят по-лесно да ги интегрират в традиционна среда на център за данни.
- **Дългосрочна инвестиция** – За организации със стабилни и предвидими модели на растеж, традиционните центрове за данни могат да осигурят по-дълга възвръщаемост на инвестицията, поради тяхната персонализирана инфраструктура.

- Латентност на мрежата – В случаите, когато местоположението на данните е важно, традиционните центрове за данни могат да предложат по-ниска латентност за приложения, които изискват бърз достъп до данни.

Като недостатъци на традиционните центрове за данни могат да бъдат отчетени:

- Високи първоначални разходи – Създаването на традиционен център за данни изисква значителни първоначални капиталови инвестиции по отношение на строителство, хардуер и инфраструктура.
- Сложност на поддръжката – Традиционните центрове за данни изискват текуща поддръжка на различни компоненти, която може да бъде сложна и изискваща много ресурси.
- Трудности пред скалируемостта – Мащабирането на традиционен център за данни може да бъде тромаво и скъпо, изискващо планиране, изграждане и потенциален престой.
- Ограничена гъвкавост – Традиционните центрове за данни са по-малко гъвкави при адаптиране към променящите се бизнес нужди, което може да попречи на реакцията към динамиката на пазара.
- Консумация на енергия – Традиционните центрове за данни обикновено имат по-висока консумация на енергия и могат да допринесат за по-високи оперативни разходи и въздействие върху околната среда.
- Изисквания за пространство – Физическият отпечатък на традиционните центрове за данни може да бъде голям, което ограничава тяхното разполагане на места с ограничено пространство.
- Технологично остаряване – Дългосрочните инвестиции могат да доведат до използването на остаряла технология, която възпрепятства способността на центъра за данни да бъде в крак с напредъка.
- Риск от прекъсване – Поради сложността на традиционните центрове за данни, поддръжката на системата и надстройките могат да доведат до прекъсване и потенциални прекъсвания на услугата.
- Географско разпределение – Традиционните центрове за данни често са концентрирани на определени места, което може да не е подходящо за организации, изискващи географски разпределени услуги.
- Време за внедряване – Традиционните центрове за данни подлежат на по-дълги периоди за внедряване, поради персонализирания дизайн, конструкция и процеси на интеграция.

Важно е да се отбележи, че предимствата и недостатъците на традиционните центрове за данни са контекстуални и могат да варират в зависимост от специфичните нужди на организацията, бюджета и дългосрочните цели. С развитието на технологиите, компаниите често обмислят по-нови алтернативи като модулни и облачни центрове за данни [5] [6], за да се справят с някои от ограниченията на традиционните такива.

1.2.2. Модулни центрове за данни

Модулните центрове за данни се състоят от предварително произведени модули, които могат да бъдат сглобени на място или транспортирани до местоположението на центъра. Тези модули са проектирани да бъдат мащабируеми, давайки възможност на организациите да добавят капацитет според нуждите и изискванията. Физическата инфраструктура е предварително проектирана, което прави внедряването по-бързо и по-гъвкаво. Модулните центрове за данни много често се изграждат в контейнери, които включват комуникационни ракове, мрежови устройства, сървъри, охладителни системи, токозахранващи системи, устройства за съхранение на данни и други. Предимството на модулните центрове за данни е, че лесно се внедряват и трансферират, което ги прави изключително гъвкави и бизнес ориентирани. Този тип център за данни е от типа „plug-and-play“ или включваш и работи. Те директно се свързват с интернет и захранване и имат възможността да поддържат огромно количество модулни сървъри и сторидж устройства. Мащабируемостта е основно предимство на модулните центрове за данни. Нови модули могат да се добавят с нарастване на търсенето, без да се нарушава съществуващата инфраструктура. Този подход позволява на организациите да увеличават постепенно капацитета си по по-контролиран начин.

Сървърната съвместимост обаче е техният основен недостатък. Модификацията на модулен център за данни може да бъде трудна, поради причината, че те се произвеждат от различни доставчици и са оборудвани със специфични сървъри и комуникационни устройства, като производител, марка и функционалност. За изграждането на център за данни от този тип се изисква много по-малко финансиране, както и време за планирането и реализирането му. Също важно преимущество за модулните центрове е лесното им приспособяване към нарастващия обем информация, като количество и най-вече нарастващия брой потребители. Тези центрове за данни представляват съвкупност от функционални модули, сглобявани според изисквания на индустриалните стандарти.

Цялостното изграждане се състои в отделни модули за всяка зона, имаща значение за функционирането на центъра. В обособен модул е отделено захранването, което е нужно, за да се осигури необходимата енергия и надежност на центъра. В отделен модул е специфицирана охлаждащата система и апаратура на центъра за данни. Налични са модули за наблюдение на функционалността на центъра за данни и други. Всеки модул като конфигурация, мощност и ресурс се сформира в зависимост от необходимостта и нуждите на центъра. Този иновативен принцип на изграждане на центрове за данни предлага множество възможности и предимства за нарастващите нужди на потребителите.

Поддръжката и надстройките в модулните центрове за данни често са по-лесни и не изискват сложни операции. Поради факта, че модулите са самостоятелни, надстройките могат да се извършват на отделни модули, без да се засяга цялата функционалност на центъра за данни.

Модулните центрове за данни предлагат възможности за изключително бързо внедряване. Тъй като модулите са предварително произведени и тествани, те могат бързо да бъдат разгърнати и пуснати в експлоатация. Тази скорост на пазара е изгодна за организации, които изискват бързо внедряване, за да отговорят на бизнес изискванията. Този тип центрове могат да се използват в различни корпорации, организации и ведомства, независимо от размера, обхвата и същността на работата им. На фигура 2 е илюстриран пример за модулен център за данни в контейнер.



Фиг. 2. Модулен център за данни в контейнер
(Източник [39])

Специфичният дизайн и възможностите, които предлагат модулните центрове за данни ги налагат на пазара и водят до нови тенденции в избора на тип център. В правителствените политики на редица водещи държави се отразява и е ключов фактор енергийната ефективност и опазването на околната среда. Влагат се много усилия в тази насока и се подкрепя до висока

степен развитието и реализирането на иновативни модулни центрове за данни. Производителите от своя страна също поддържат тези центрове и се наблюдава ръст в изработката на отделни модули за тях – например, много от производителите на непрекъсваеми токови захранвания /UPS/ се консултират с водещи разработчици на модулни центрове за данни с цел да се постигне по-висока ефективност в крайните продукти. От гледна точка на потребителите един от водещите фактори за избор на такъв център за данни е по-малката инвестиция в сравнение с традиционните такива. Тарифите за използването на електроенергия постоянно се покачват и за това се обръща специално внимание за оптимизирането на консумираното електричество. Разходите за проектиране, изграждане, инсталиране и конфигуриране до момент да се използва центърът са дръстично по-ниски в сравнение с останалите центрове за данни. Модулите биват сглобявани още в заводите, което намалява ресурса по инсталирането. Модулният център може да бъде инсталиран за няколко седмици и да стартира работа със специфични функции и задачи. Необходимо е само пускане на електрозахранване, водоснабдяване за охладителната система и свързването му към глобалната Интернет мрежа. Много водещи компании като Google, Microsoft, IBM, не малко китайски корпорации и интернет доставчици въвеждат в експлатация модулни центрове за данни и потвърждават икономичността и ефективността на този модел центрове, които спестяват време в инсталирането, осезаемо намаляват разходите за електроенергия и разходите за оборудване и поддръжката на системите. На фигура 3 е представен пример за модулен център за данни за поставяне в отдалечена и сурова среда.



Фиг. 3 Модулен център за данни на Майкрософт за поставяне в отдалечена и сурова среда (Източник [40])

В модулните центрове за данни [4] се съсредоточават много нови технологии, както в сървърната техника, така и в мрежовото комуникационно оборудване. Тези центрове се оборудват и изграждат с цел предлагане на нови услуги като виртуализация, сторидж и облачни услуги, които да бъдат с висока плътност на данни и централизация. Дизайнът на модулните центрове за данни води до огромни плюсове и възможности за спестяване на енергия, на охлаждане, на пространство и много други. Архитектурата е съчетание от множество разнородни модули, работещи независимо едни от други и съвместими с входно-изходните (I/O) интерфейси.

Чрез модулните центрове за данни се обезпечават надеждна среда за обработка на информация, поради лесното им инсталиране, интелигентността им и гъвкавите възможности, които предоставят. Пред тези центрове за данни се поставя и главната задача, а именно да работят просто и безпроблемно, да осигуряват надеждни услуги и да удовлетворяват изискванията на ИТ сектора за автономност, стандартизация, виртуализация, гъвкавост, оптимално използване на заложените ресурси, непрекъснат мениджмънт на центъра, автоматизация на протичащите процеси и други.

С детайлен преглед се представят предимствата и недостатъците на модулните центрове за данни. Като предимствата могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Бързо внедряване – Модулните центрове за данни са предварително произведени и сглобени извън обекта, което позволява по-бързо внедряване в сравнение с традиционните центрове за данни. Те са особено полезни за организации, които се нуждаят от бързо разширяване или периферни изчислителни възможности.
- Машабируемост – Модулните центрове за данни предлагат машабируемо решение, при което могат да се добавят допълнителни модули, ако е необходимо, позволявайки на организацията лесно да разширят капацитета си без усложненията на традиционното изграждане на центрове за данни.
- Ефективност на разходите – Първоначалните капиталови разходи могат да бъдат по-ниски в сравнение с традиционните центрове за данни, поради рационализирани процеси на изграждане и намалено персонализиране на място.
- Енергийна ефективност – Модулните центрове за данни често се проектират с оглед на енергийната ефективност, като включват най-новите технологии за охлаждане и разпределение на енергия за намаляване на потреблението на енергия.

- Гъвкавост – Модулният дизайн позволява гъвкавост при адаптиране към променящите се изисквания. Модулите могат да бъдат преконфигурирани или преназначени за различни функции, подобрявайки адаптивността.
- Предсказуема производителност – Стандартизираните дизайни и компоненти могат да доведат до предвидима производителност и постоянно качество в различните модули.
- Опции за местоположение – Модулните центрове за данни могат да бъдат разположени на различни места, включително отдалечени или сурови среди, което позволява на организациите да разширят своя обхват.
- Намалено време на престой – Внедряването на нови модули може да се извърши с минимално прекъсване на съществуващите операции, намалявайки времето на престой, свързано с разширяването.
- Зелени инициативи – Модулните центрове за данни често включват устойчиви практики като енергийно ефективни компоненти и възобновяеми енергийни източници. [4]

Като недостатъци на модулните центрове за данни могат да бъдат отбелязани:

- Ограничено персонализиране – Модулните центрове за данни предлагат по-малко персонализиране в сравнение с традиционните центрове за данни, тъй като са изградени въз основа на стандартизирани проекти.
- Пространствени ограничения – Въпреки че модулните центрове за данни обикновено са по-ефективни откъм пространство, всеки модул все още изисква физическо пространство и мащабирането в крайна сметка може да доведе до пространствени ограничения.
- Предизвикателства при интегрирането – Интегрирането на модули със съществуваща ИТ инфраструктура или наследени системи може да бъде сложно и е възможно да изисква допълнителни усилия и модификации за интегриране.
- Сложност на работата в мрежа – Тъй като броят на модулите се увеличава, работата в мрежа и комуникацията между модулите може да стане по-комплицирана, което потенциално засяга производителността.
- Заключване от доставчик – Модулните центрове за данни може да обвържат организациите с конкретни доставчици на хардуер и компоненти, ограничавайки възможностите за бъдещи надстройки.
- Първоначални трудности при проектирането – Разработването на модулен център за данни изисква внимателно планиране, за да се гарантира,

че модулите могат да бъдат безпроблемно интегрирани и да осигурят желаната производителност.

- Дългосрочни разходи – Докато първоначалните капиталови разходи може да са по-ниски, текущите оперативни разходи, като поддръжка и надстройки, могат да се натрупат с течение на времето.
- Управление на жизнения цикъл – Управлението на жизнения цикъл на компонентите и модулите на модулния център за данни трябва да бъде добре планирано, за да се предотврати моралното остаряване.
- Издаване на разрешения и регулиране – Разполагането на модулни центрове за данни на определени места изисква спазване на местните разпоредби и процеси за издаване на разрешителни.

Важно е да се има предвид, че предимствата и недостатъците на модулните центрове за данни зависят от специфичните изисквания, цели и оперативен контекст на организацията. Те са особено подходящи за сценарии, които дават приоритет на бързо внедряване, мащабируемост и адаптивност, но е необходимо внимателно планиране, за да се допринесе за успешна интеграция и дългосрочно управление.

1.2.3. Зелени центрове за данни

Зеленият център за данни, известен също като екологичен или устойчив център за данни, е проектиран и управляван със силен акцент върху минимизиране на въздействието върху околната среда, намаляване на потреблението на енергия и насърчаване на устойчивостта. Зелените центрове за данни имат за цел да балансират нарастващото търсене на изчислителни ресурси с необходимостта от пестене на енергия, намаляване на въглеродните емисии и по-ефективно използване на ресурсите.

Енергийната ефективност е основен принцип на зелените центрове за данни. Тези съоръжения включват технологии и практики за намаляване на потреблението на енергия без компромис с производителността. Това включва използване на енергоефективен хардуер, оптимизиране на използването на сървърите и наличната техника и използване на усъвършенствани техники за охлаждане. Охлаждащите системи са основен фактор за потреблението на енергия в центровете за данни. Зелените центрове за данни използват иновативни решения за охлаждане, като ограничаване на топъл/студен коридор, точно охлаждане и свободно охлаждане, използване на външен студен въздух, за да минимизират енергията, необходима за охлаждане на ИТ оборудването.

Зелените центрове за данни дават приоритет на използването на възобновяеми енергийни източници като слънчева, вятърна и водноелектрическа енергия, за да задоволят енергийните си нужди. Като разчитат на чиста енергия, тези съоръжения могат значително да намалят своя въглероден отпечатък и зависимостта от изкопаеми горива.

Техниките за виртуализация и консолидация на сървъри обикновено се използват в зелените центрове за данни. Тези технологии позволяват множество виртуални машини да работят на един физически сървър, уплътнявайки ефективно използването на наличните ресурси и редуцирайки общия брой необходими физически сървъри.

Чрез изграждането на зелени центрове за данни се инвестира в енергийно ефективен сървърен хардуер, устройства за съхранение и мрежово оборудване. Тези компоненти са проектирани да консумират по-малко енергия, като същевременно поддържат високи нива на производителност. Ефективните системи за разпределение на енергията, включително интелигентно управление на мощността и блокове за разпределение на енергия (PDU), се използват за оптимизиране на използването на електроенергия и предотвратяване на загубите. Тези системи спомагат да се гарантира, че захранването се доставя там, където и когато е най-необходимо.

Отпадъчната топлина, генерирана от оборудването на центъра за данни, може да бъде преназначена за отопление на близки сгради или за други полезни приложения. Чрез зелените центрове за данни се проучват възможностите за усвояване и оползотворяване на тази отделяна топлина, намалявайки необходимостта от допълнителни източници на топлоенергия.

В зелените центрове за данни се внедряват усъвършенствани инструменти за наблюдение, управление и проследяване на консумацията на енергия, температурата и други фактори свързани с околната среда в реално време. Тези данни спомагат на операторите на центрoвете за данни да идентифицират неефективността и да имплементират оптимизационни системи.

Зелените центрове за данни често търсят сертифициране по рамки за устойчивост като Лидерство в енергийния и екологичен дизайн (LEED). Тези сертификати осигуряват независима проверка на екологичните практики на съоръжението.

Устойчивите практики се простират отвъд фазата на експлоатация. Зелените центрове за данни отчитат въздействието върху околната среда от изхвърлянето на оборудването и прилагат отговорни практики за управление на електронните отпадъци. Физическият дизайн на съоръжението на центъра за данни също играе роля за неговото въздействие върху

околната среда. Зелените центрове за данни могат да включват енергийно ефективни строителни материали, естествено осветление и ефективна изолация за минимизиране на потреблението на енергия. [10]

Стремежът към устойчивост е непрекъснато усилие. Зелените центрове за данни се ангажират с непрестанното подобряване чрез редовни оценки, технологични надстройки и имплементиране на нововъзникващи и иновативни зелени технологии.

Гиганти в ИТ сферата като компаниите Google, Facebook и Apple вече са изградили огромен брой соларни панелни системи като допълнителен източник на електроенергия, също така използват и хидро, вятърна и геотермална енергия за захранване на централите си за данни. Компанията Microsoft твърдо взема под внимание този аспект за изграждане на системи за дългосрочна възобновяема енергия и най-вече инвестира в проекти за възобновяеми източници на енергия, към които след това директно свързват своите центрове за данни.

На фигура 4 е изобразен пример за зелен център за данни.



Фиг. 4 Зелен център за данни
(Източник [41])

2. Хардуер като инфраструктура в центровете за данни

Основният хардуер в центровете за данни, може да се систематизира, както следва:

- сървър;
- маршрутизатор;
- комутатор;
- сторидж или памет за съхранение на данни;
- кабели;
- непрекъсваеми захранващи устройства;
- комуникационни и сървърни ракове и други.

2.1. Сървъри

Сървърите са основният компонент в архитектурата на центъра за данни. Те съхраняват, анализират и предават огромни потоци от данни и директно определят ефективността на центровете за данни. Те формират основните процесорни единици, отговорни за изпълнението на различни приложения, управлението на данни и предоставянето на услуги.

Може да бъде представено детайлно описание на сървърите в контекста на архитектурата на центъра за данни. Сървърите се разглеждат като специализирани компютри с високи възможности. Тяхната основна цел и предназначение са да изпълняват специфични роли в среда на център за данни. Те извършват задачи свързани с обработка, съхранение, мрежова комуникация и хостване на приложения и услуги. Сървърите са конфигурирани да предоставят ресурси на клиенти, които могат да бъдат други компютри, устройства или потребители, които имат достъп до данни или услуги през мрежата.

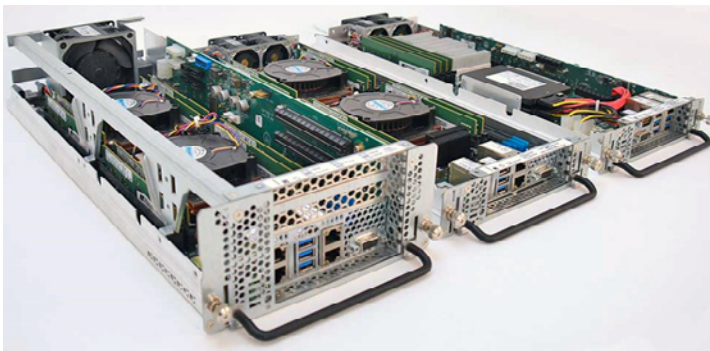
2.1.1. Видове сървъри

Сървърите могат да бъдат класифицирани в три основни категории въз основа на формата си, както следва:

- Блейд сървъри
- Сървъри кула
- Рак сървъри

2.1.1.1. Блейд сървъри

Блейд сървърите са вид сървърна архитектура, често използвана в центровете за данни, за да се увеличи максимално ефективността, плътността и управляемостта. Те са проектирани да се поберат в компактно шаси, наречено блейд кутия или просто шаси, което съдържа множество блейд сървъри заедно със споделени инфраструктурни компоненти. Блейд сървърите са отворени сървъри с висока плътност и с ниска себестойност. Те следват модулен дизайн, оптимизиран за минимизиране и най-ефективно използване на физическо пространство. Те използват така наречените елементи за „горещо“ включване (hot plug), което значително намалява времето за поддръжка на клъстерите от компютри. На фигура 5 е илюстриран пример за блейд сървъри.



Фиг. 5 Блейд сървъри
(Източник [42])

Блейд сървърите могат да бъдат представени подробно чрез техните основни параметри и характеристики, както следва:

- **Форм-фактор и шаси** – Блейд сървърите са проектирани да бъдат невероятно компактни и стандартизирани. Те обикновено идват в блейд форм-фактор, представляващ тънък и правоъгълен модул, който може лесно да се поставя и изважда от съответния корпус. Блейд кутията или шасито е монтирана в шкаф – тип рак, която държи един до друг множество блейд сървъри, заедно със захранвания, охладителни системи, мрежови компоненти и модули за управление. Корпусът осигурява единна среда за управление и поддръжка на блейд сървърите.

- Плътност и пространствена ефективност – Едно от основните предимства на блейд сървърите е тяхната висока плътност. Използвайки споделена инфраструктура в рамките на едно шаси, центровете за данни могат да разполагат с повече изчислителна мощност в същото физическо пространство, в сравнение с традиционните сървъри, монтирани в стелажи. Това е особено полезно за организации с ограничено пространство или за тези, които искат да оптимизират оформлението на центъра си за данни.
- Споделена инфраструктура – Блейд сървърите споделят общи компоненти като захранващи устройства, охлаждащи вентилатори и мрежови комутатори в шасито. Тази споделена инфраструктура намалява излишъка, свежда до минимум претрупването с кабели и улеснява управлението и поддръжката на сървърите. Това също така спомага за подобряване на енергийната ефективност и по-ниски оперативни разходи.
- Горещо включване – Блейд сървърите са проектирани за „горещо“ включване или смяна, което означава, че могат да се добавят или премахват от шасито, без да се изключва захранването на целия корпус. Тази функция подобрява гъвкавостта на поддръжката, намалява времето за престой и опростява хардуерните надстройки или необходими замаяни.
- Работа в мрежа и свързаност – Блейд сървърите обикновено имат вградени мрежови интерфейси, които се свързват с вътрешни мрежови комутатори в шасито. Това елиминира необходимостта от допълнително мрежово оборудване за всеки отделен сървър. Самото шаси е оборудвано с високоскоростни комутатори, които позволяват на блейд сървърите да комуникират, както помежду си, така и с външната мрежа.
- Управление и мониторинг – Блейд сървърите често идват с интегрирани модули за управление, които осигуряват дистанционно наблюдение, конфигурация и контрол. Администраторите могат да използват тези интерфейси за управление за отдалечено захранване на сървъри, наблюдение на изправността на хардуера, коригиране на настройките на BIOS и внедряване на софтуерни актуализации в множество блейд сървъри едновременно.
- Охлаждане и енергийна ефективност – Споделената инфраструктура за охлаждане и захранване в блейд кутиите [14] допринася за по-добра енергийна ефективност. Централизираните системи за охлаждане са проектирани да управляват ефективно топлинната мощност на множество блейд сървъри, докато захранващите устройства са оптимизирани да разпределят мощността към сървърите според нуждите.
- Мащабируемост – Архитектурите на блейд сървърите са силно мащабируеми. С нарастването на изчислителните нужди на центъра за данни,

много лесно могат да бъдат добавени допълнителни блейд сървъри към шасито. Тази модулност ги прави удобно скалируеми за увеличаване на капацитета или намаляване въз основа на търсенето.

- **Употреба** – Блейд сървърите обикновено се използват в корпоративни центрове за данни, облачни изчислителни среди и клъстери за високопроизводителни изчисления (HPC) [5]. Те са много подходящи за задачи, които изискват висока плътност на изчислителната мощност, като виртуализация, уеб хостинг и паралелна обработка.

В обобщение, блейд сървърите са компактна и ефективна сървърна архитектура, която увеличава максимално плътността, намалява сложността на управлението и подобрява енергийната ефективност в централите за данни.

2.1.1.2 Сървъри кула

Сървърите кула са вид сървърен хардуер, проектиран да бъде вертикално ориентиран и самостоятелен, наподобяващ традиционна настолна компютърна кутия. Като производителност и форма този тип сървъри е по-добър в сравнение с някои други. Сървърите кула обаче не са подходящи за повечето центрове за данни, поради ниската си гъвкавост и голяма форма и размери. Те обикновено се използват в различни среди на центрове за данни, особено по-малки или такива със специфични изисквания за пространство и конфигурация. На фигура 6 е представен пример за сървъри кула.



Фиг. 6 Сървъри кула
(Източник [43])

Сървърите кула могат детайлно да бъдат описани чрез техните параметри и характеристики в центровете за данни, както следва:

- **Форм-фактор и дизайн** – Сървърите кула имат дизайн, подобен на кутиите за настолни компютри, с вертикална ориентация, която им позволява да стоят на пода или на бюро. Те са самостоятелни единици с всички необходими компоненти, включително процесори, памет, сторидж, захранвания и системи за охлаждане, интегрирани в корпуса на кулата.
- **Самостоятелна конфигурация** – За разлика от блейд сървърите, които често се помещават в споделени кутии, сървърите тип кула са самостоятелни единици. Всеки сървър кула работи независимо, което може да бъде предимство за центрове за данни, които не изискват висока плътност и споделената инфраструктура на блейд кутиите.
- **Гъвкавост и мащабируемост** – Сървърите кула предлагат високо ниво на гъвкавост и мащабируемост. Те могат лесно да се добавят към центъра за данни, ако е необходимо, което ги прави подходящи за малки до средни предприятия или среди с променящо се работно натоварване. Тази мащабируемост е особено полезна, когато центърът за данни трябва постепенно да увеличи капацитета си.
- **Пространствена ефективност** – Въпреки, че сървърите тип кула са по-обемисти от блейд сървърите, те могат да бъдат доста ефективни от пространствена гледна точка, в сравнение с други традиционни сървърни типове. Техният вертикален дизайн заема по-малко подово пространство от разтегнатите хоризонтални сървъри, монтирани в стелаж, което ги прави подходящи за центрове за данни, където наличното пространство е на първо място.
- **Охлаждане и въздушен поток** – Сървърите кула обикновено разполагат с вътрешни системи за охлаждане, които насочват въздушния поток ефективно през компонентите, за да поддържат оптимални работни температури. Някои сървъри кула е възможно да включват допълнителни функции за охлаждане, като големи вентилатори или радиатори, за да се обезпечи, че топлината се разсейва правилно.
- **Достъпност и поддръжка** – Едно предимство на сървърите кула е техният лесен достъп за поддръжка и надграждане. Тъй като те са самостоятелни единици, техниците имат достатъчен достъп до всички компоненти, без да е необходимо да ги премахват от шасито, както често се изисква при блейд сървърите. Тази достъпност опростява подмяната на хардуера, надграждането и общите задачи по поддръжката.

- Дистанционно управление – Много сървъри кула идват с възможности за дистанционно управление, което позволява на администраторите да наблюдават изправността на сървъра, да управляват хардуерни конфигурации и да изпълняват задачи по поддръжка на системата от отдалечено място. Това спомага за намаляване на времето за престой и рационализиране на управлението на сървъра.
- Употреба – Сървърите кула са многофункционални и могат да се използват за широк спектър от приложения. Те често са подходящи за малки до средни предприятия, клонове, отдалечени местоположения и сценарии, при които центърът за данни няма място или инфраструктура за по-големи сървърни конфигурации.

Когато се използват сървъри кула в среда на център за данни е необходимо да се отбележат няколко важни съображения:

- Планиране на пространството – Сървърите тип кула изискват място на пода в центъра за данни, така че е необходимо правилно планиране на пространството, за да се поеме тяхната площ.
- Окабеляване – Тъй като сървърите кула са самостоятелни, менажирането на кабелите е от съществено значение за предотвратяване на претрупване и осигуряване на подходящ въздушен поток за охлаждане.
- Захранване и охлаждане – Необходимо е да се уверим, че инфраструктурата за захранване и охлаждане на центъра за данни може да поддържа допълнителните изисквания за топлина и електроенергия на сървърите кула.

В обобщение, сървърите от тип кула са самостоятелни сървърни единици с вертикален дизайн, който предлага гъвкавост, мащабируемост и лесна поддръжка. Въпреки, че може да не предоставят същата плътност като блейд сървърите, тяхната гъвкавост ги прави подходящи за различни сценарии на центрове за данни, особено такива с ограничено пространство или специфични изисквания.

2.1.1.3. Рак сървъри

Рак сървърите са често срещан тип сървърен хардуер, използван в центрове за данни, известни със своя компактен и стандартизиран форм фактор, който им позволява да бъдат монтирани в сървърни шкафове – ракове. Инфраструктурата в модерните центрове за данни се обезпечава с рак сървъри като основен сървърен компонент. При този тип клъстърни

са налични множество сървъри поместени в един рак. По този начин се пести пространство и рак-сървърите са по-ефективни в този показател в сравнение с другите типове сървъри. Основният им недостатък е сложността при окабеляване и лошото разсейване на топлината. Рак сървърите предлагат висока плътност, мащабируемост и лесно управление, което ги прави популярен избор за различни среди на центрове за данни. На фигура 7 е представен пример за рак сървъри.



Фиг. 7 Рак сървъри
(Източник [44])

Рак сървърите могат детайлно да бъдат представени чрез техните параметри и характеристики в центровете за данни, както следва:

- **Форм-фактор и дизайн** – Рак сървърите са проектирани да се поберат в стандартни сървърни стелажи, представляващи вертикални шкафове, в които се помещават множество сървъри в подредена конфигурация. Рак сървърите обикновено са с правоъгълна форма и се предлагат в стандартизирани височини, като 1U (4.45 см.), 2U, 4U и т.н. Тази еднаквост позволява ефективно използване на пространството в стелаж и лесно подреждане на сървърите.
- **Плътност и мащабируемост** – Едно от основните предимства на рак сървърите е тяхната висока плътност. Множество сървъри могат да бъдат монтирани вертикално в един сървърен шкаф, което позволява на центровете за данни да увеличат максимално своята изчислителна мощност, като същевременно минимизират използването на подово пространство. Рак сървърите също са много мащабируеми, тъй като допълнителни сървъри могат лесно да бъдат добавени към шкафа, когато изискванията за работно натоварване нарастват.
- **Монтаж и управление** – Рак сървърите се монтират на плъзгачи се релси или скоби в сървърна стойка. Това улеснява плъзгането на сървърите в и извън стелаж за поддръжка, надстройки или подмяна. Стандартизираният форм фактор и механизъм за монтаж опростяват задачите за управление на сървъра и намаляват времето за престой.

- Охлаждане и въздушен поток – Ефективното охлаждане и въздушният поток са критични в средите на рак сървърите [15]. Сървърните шкафове са проектирани с подходяща вентилация, за да се гарантира, че горещият въздух, генериран от сървърите, се изхвърля ефективно. Рак сървърите често имат дизайн и конструкция за лесно вентилиране на въздушния поток отпред назад, за да насочват хладния въздух от предната част на шкафа през сървърите и да изхвърлят горещия въздух отзад.
- Разпределение на мощността и менажиране на кабелите – Рак сървърите са проектирани да поемат кабелно менажиране, което е от решаващо значение за поддържането на организирана и ефективна среда в центъра за данни. Устройствата за разпределение на захранването (PDU) и мрежовите кабели се прокарват през сървърната стойка, за да се осигури чисто окабеляване и да се предотврати възпрепятстване на въздушния поток.
- Дистанционно управление – Голяма част от рак сървърите са оборудвани с функции за дистанционно управление. Тези функции позволяват на администраторите да наблюдават отдалечено изправността на сървъра, да управляват хардуерните конфигурации и да изпълняват задачи като циклично включване на захранването и актуализации на фърмуера. Дистанционното управление спомага за минимизиране на времето за престой и рационализиране на поддръжката.
- Модулни компоненти – Рак сървърите са с модулен дизайн, с компоненти като процесори, памет, сторидж и мрежови интерфейси, които могат да бъдат персонализирани и надградени според нуждите. Тази модулност опростява хардуерните надстройки и подмяна, давайки възможност на центровете за данни да се адаптират към променящите се изисквания.
- Приложение – Рак сървърите са подходящи за широк спектър от приложения, включително уеб хостинг, виртуализация, облачни изчисления, управление на бази данни и други. Тяхната висока плътност и мащабируемост ги правят много целесъобразни за среди, където пространството е проблем и изчислителните изисквания са променливи.

Използването на рак сървъри в центровете за данни е съпроводено с някои основания като:

- Необходимо е предварително ефективно планиране на пространството в шкафа, за да се осигури оптимално използване на наличното вътрешно вертикално пространство.

- От съображение е подходящата охлаждаща инфраструктура и оформление на сървърния шкаф, които са от съществено значение за предотвратяване на прегряване и поддържане на производителността на сървърите.
- Необходими са мерки за резервиране, като резервни захранвания и мрежови връзки, за да се повиши надеждността.

В обобщение, рак сървърите предлагат компактно, стандартизирано и мащабируемо решение за центрове за данни. Тяхната висока плътност, лекота на управление и модулен дизайн ги правят универсален избор за различни нужди и изисквания.

Сървърите използвани в центровете за данни, могат да бъдат систематизирани и според вида на предназначението си и спецификата на функциите и приложението, както следва:

- Уеб сървъри – Предоставят уеб съдържание и услуги, като уеб сайтове, на потребителите чрез интернет свързаност.
- Сървъри за приложения – Изпълняват и управляват приложения и услуги за клиентски устройства.
- Сървъри за бази данни – Съхраняват и управляват структурирани данни в бази от данни.
- Файлови сървъри – Осигуряват централизирано съхранение и възможности за споделяне на файлове.
- Пощенски сървъри – Управляват имейл комуникацията и маршрутизирането.
- Прокси сървъри – Действат като посредници между клиенти и други сървъри, често за целите на кеширане или сигурност.
- Сървъри на система за имена на домейни (DNS) – Транслират четими от човека имена на домейни в IP адреси.
- Сървъри за печат – Управляват заданията за принтиране и улесняват мрежовия печат.
- Медийни сървъри – Съхраняват и разпространяват мултимедийно съдържание като видеоклипове и изображения.
- Сървъри за игри – Хостват онлайн игри и улесняват взаимодействията при играене в мрежа от множество потребители.

2.1.2 Хардуерни компоненти на сървърите в центровете за данни

Сървърният хардуер е проектиран за надеждност, производителност и мащабируемост. Основните сървърни компоненти включват:

- Централен процесор (CPU) – Изпълнява инструкции от програмите и обработва данни.
- Памет с произволен достъп (RAM) – Осигурява енергонезависима памет за активни процеси и данни.
- Сторидж – Включва твърди дискове (HDD) или твърдотелни устройства (SSD) за съхранение на данни.
- Мрежови интерфейсни карти (NIC) – Осигуряват мрежовата свързаност и комуникация.
- Захранващи устройства – Осигуряват надеждни и резервни източници на захранване.
- Охлаждане – охлаждащи вентилатори и радиатори, необходими за предотвратяване на прегряване на сървъра [15].

2.1.3 Допълнителни изисквания към сървърите в центровете за данни

Към сървърите в центровете за данни често се изискват допълнителни възможности, които могат да бъдат представени, както следва:

- Резервиране и висока наличност

Сървърите на центъра за данни често работят в конфигурации с излишък, за да се сведе до минимум времето за престой. Допълнителните захранвания, системите за съхранение и мрежовите компоненти гарантират, че услугите остават налични дори ако един компонент се повреди. Настройките за висока достъпност включват механизми за превключване при отказ за автоматично превключване към резервни сървъри, когато е необходимо.

- Виртуализация

Виртуализацията на сървъра е обичайна практика в центровете за данни. Това включва използване на софтуер за създаване на виртуални машини (VM), които изпълняват множество операционни системи и приложения на един физически сървър. Това подобрява използването на ресурсите и позволява ефективно мащабиране.

- Управление и мониторинг

Инструментите за управление на сървърите предоставят на администраторите информация за изправността, използването на ресурсите и показателите за производителност на сървърите. Функциите за отдалечено управление позволяват на администраторите да конфигурират, наблюдават и отстраняват проблеми със сървъри от централизирано място.

- Енергийна ефективност

Енергийно ефективният сървърен хардуер и стратегиите за управление на хранването са от решаващо значение за минимизиране на потреблението на енергия и оперативните разходи в центровете за данни.

- Съображения за сигурност

Сървърите играят критична роля за сигурността на потребителските данни. Те трябва да бъдат конфигурирани с подходящи мерки за сигурност, като например, защитни стени, системи за откриване на проникване и протоколи за криптиране, за да защитят данните и да предотвратят неоторизиран достъп.

В обобщение, сървърите могат да се определят като „работните коне“ в архитектурата на центъра за данни, осигуряващи изчислителните ресурси и ресурсите за съхранение, необходими за стартиране на приложения и предоставяне на услуги. Те се предлагат в различни типове и конфигурации и техният дизайн и управление са от съществено значение за осигуряване на ефективни, надеждни и високопроизводителни операции в центъра за данни.

2.2. Маршрутизатори

Маршрутизаторите (рутерите) са мрежови устройства, които играят фундаментална роля в насочването и управлението на мрежовия трафик. Те обикновено се използват, както в домашни мрежи, така и в центрове за данни, за да улеснят комуникацията между устройствата и да гарантират, че пакетите с данни се доставят ефективно.

Детайлно рутерите могат да бъдат разгледани чрез техните основни функции и приложение в центровете за данни.

Рутерът е мрежово устройство, което работи на третия слой на референтния комуникационен OSI модел – мрежовия слой. Неговата основна

функция е да свързва различни мрежи заедно и да определя най-добрия път за пакетите с данни, които се транспортират от предавателя (източника) до приемника (дестинацията). Маршрутизаторите използват таблици за маршрутизиране, за да вземат правилни решения и често включват различни протоколи за обмен на информация за маршрутизиране с други рутери, като потвърждават, че разполагат с актуална информация за мрежовата топология и пътища. На фигура 8 е изобразен основен рутер в център за данни.



Фиг. 8 Основен рутер в център за данни
(Източник [45])

Рутерите в центровете за данни играят критична роля в насочването на трафика между различни мрежи, като локални мрежи (LAN) и широкообхватни мрежи (WAN). Те изпълняват различна функционалност, свързана с маршрутизиране, мрежова сигурност и управление на трафика. Функционалните блокове и елементи на рутер в център за данни могат да бъдат представени, както следва:

- **Механизъм или двигател за маршрутизиране** – Механизмът за маршрутизиране е основната обработваща единица на рутера, отговорна за вземането на решения за пренасочване въз основа на таблици за маршрутизиране и мрежови протоколи. Той включва процесор, памет и софтуер за контролна равнина.
- **Таблица за маршрутизиране** – Таблицата за маршрутизиране съхранява информация за топологията на мрежата и най-добрите пътища за достигане до различни дестинации. Постоянно се актуализира въз основа на протоколи за маршрутизиране като OSPF, BGP и RIP. [5]
- **Механизъм за пренасочване** – Механизмът за пренасочване е отговорен за действителното преместване на пакети данни между мрежите. Той използва информация от таблицата за маршрутизиране, за да взема решения за препращане. Съвременните рутери често използват специализирани специфични за приложението интегрирани схеми (ASIC) или мрежови процесорни единици (NPU) за високоскоростно пренасочване на пакети. [6]

- Интерфейси – Рутерите разполагат с различни видове физически интерфейси за свързване към различни мрежови сегменти. В център за данни те могат да включват етернет, оптично-влакнести и високоскоростни интерфейси като 10GbE, 25GbE, 40GbE или 100GbE.
- Мрежови процесори – Някои рутери използват специализирани мрежови процесори за ускоряване на обработката на пакети, функциите за сигурност и оформянето на трафика.
- Памет – Рутерите изискват памет за съхраняване на таблици за маршрутизиране, буфери за пакети и данни за контролната равнина. Те обикновено имат различни видове памет, включително оперативна памет с произволен достъп (RAM) и флаш памет за съхранение.
- Излишък и висока наличност – Рутерите в центровете за данни често разполагат с резервиране на множество нива, включително захранвания, вентилатори и дори излишни шасита на рутери или линейни карти за чувствителни приложения.
- Функции за сигурност – Рутерите на центъра за данни включват функции за сигурност като възможности за защитна стена, системи за откриване/предотвратяване на проникване (IDS/IPS), списъци за контрол на достъпа (ACL) и VPN поддръжка за защита на мрежата от неоторизиран достъп и атаки. [5]
- Механизми за качество на услугата (QoS) – Функциите за QoS в рутерите позволяват на администраторите да приоритизират определени видове трафик, като гарантират, че сензитивните приложения получават необходимата ниска латентност и честотна лента.
- Балансиране на натоварването и управление на трафика – Рутерите могат да извършват балансиране на натоварването, за да разпределят трафика по множество пътища или връзки, оптимизирайки използването и надеждността на мрежата.
- Филтриране на пакети и контрол на достъпа – Рутерите имат възможност да филтрират пакети въз основа на критерии като IP адреси на източник/дестинация, номера на портове или протоколи. Това филтриране може да се използва за налагане на политики за сигурност и контрол на трафик потоците.
- Рефлектори BGP – В големи центрове за данни или облачни среди, рутерите могат да включват BGP-рефлектори на маршрути, за да опростят разпределението и мащабирането на BGP маршрута.
- Интерфейси за управление – Рутерите предлагат различни интерфейси за управление, включително командни интерфейси (CLI), уеб базирани интерфейси и интерфейси свързани с протокола за управление на мрежата (SNMP), използвани за наблюдение и конфигуриране.

- **Захранване и охлаждане** – Рутерите в центровете за данни обикновено са оборудвани с резервни захранвания и усъвършенствани системи за охлаждане, за да осигурят непрекъсната работа и да предотвратят прегряване.
- **Дистанционно управление и наблюдение** – Тези функции позволяват на мрежовите администратори да управляват и наблюдават рутерите дистанционно, осигурявайки видимост на производителността и работоспособността на мрежата.
- **Инструменти за анализ на трафика и отчитане** – Много рутери включват инструменти за анализ на трафика, отчитане и регистриране, за да спомогнат на администраторите да диагностицират мрежови проблеми и да планират надграждане на капацитета.

Конкретните функционални блокове и елементи на рутер в център за данни могат да бъдат различни в зависимост от производителя и модела на устройството. Рутерите за центрове за данни са проектирани за висока производителност, надеждност и мащабируемост, за да отговорят на високите нужди на съвременните среди на центровете за данни.

Основните функции на рутерите могат да бъдат систематизирани, както следва:

- **Пренасочване на пакети** – Рутерите анализират IP адреса на местоназначението на входящите пакети данни и използват своите таблици за маршрутизиране, за да определят най-подходящия следващ хоп за пакета. Това спомага при препращането на пакета по правилния път към неговата дестинация.
- **Определяне на пътя** – Рутерите използват различни алгоритми и протоколи за маршрутизиране, като например протоколи RIP, OSPF и BGP, за да изчислят най-добрия път за пакетите с данни през взаимосвързаните мрежи.
- **Мрежово сегментиране** – Рутерите позволяват създаването на множество подмрежи в рамките на по-голяма мрежа, спомагайки за сегментиране и организиране на мрежовия трафик. Това сегментиране подобрява ефективността, сигурността и управлението на мрежата.
- **Транслация на мрежови адреси (NAT)** – Рутерите с NAT функционалности дават възможност на множество устройства в частна мрежа да споделят един публичен IP адрес. Това обикновено се използва в домашните мрежи за свързване на редица устройства към интернет чрез един IP адрес.
- **Качество на услугата (QoS)** – Рутерите могат да дават приоритет на определени типове мрежов трафик пред други. Това е важно, за да се

гарантира, че чувствителни приложения като VoIP или видео стрийминг получават по-висок приоритет, което води до по-добро предоставяне на услугите и задоволява потребителските нужди.

- **Защитна стена и сигурност** – Рутерите често включват функции на защитна стена за филтриране на входящия и изходящия трафик въз основа на правила. Това спомага за защита на мрежата чрез предотвратяване на неоторизиран достъп и потенциално злонамерен трафик.

В среди на центрове за данни, където се обработват и предават големи обеми информация, рутерите играят решаваща роля. Техните основни приложения в центровете за данни могат да бъдат представени, както следва:

- **Взаимно свързване на подмрежи** – Центровете за данни често имат множество подмрежи за различни цели, като съхранение, изчисления и управление. Маршрутизаторите се използват за взаимно свързване на тези подмрежи, което позволява ефективна комуникация между различни части на инфраструктурата на центъра за данни.
- **Балансиране на натоварването** – Рутерите в центровете за данни могат да разпределят входящия мрежов трафик между множество сървъри, за да осигурят равномерно разпределение на натоварването, което оптимизира използването на ресурсите и предотвратява претоварването на сървъра.
- **Изоляция на трафика** – Центровете за данни изискват стриктно разделяне на различни видове трафик от съображения за сигурност и производителност. Маршрутизаторите спомагат при сегментирането и изолирането на различни типове трафик, като трафик за производство, тестване и управление.
- **Свързване към външни мрежи** – Рутерите в центровете за данни свързват вътрешната инфраструктура с външни мрежи, като интернет, доставчици на облачни услуги и други.
- **Излишък и отказ** – Рутерите могат да бъдат конфигурирани за резервиране и отказ. В случай, че един рутер се повреди, друг може да поеме безпроблемно работата му, за да осигури непрекъсната мрежова свързаност.
- **Масштабируемост** – Центровете за данни често изпитват растеж и повишено търсене. Рутерите играят важна роля в мащабирането на мрежата чрез приспособяване на нови устройства и услуги, като същевременно поддържат ефективни пътища за маршрутизиране.

В обобщение, рутерите са жизненоважни мрежови устройства, които управляват трафика на данни между мрежите, определят оптимални пътища за пакети с данни, осигуряват функции за сигурност и допринасят за ефективни мрежови операции в среди на центрове за данни.

2.2.1. Видове рутери

Рутерите се предлагат в различни типове, всеки от които е проектиран да изпълнява специфични мрежови нужди въз основа на фактори като мащаб, функционалност и сценарий на употреба, като най-често срещаните биват:

- **Домашен рутер** – Домашните рутери са предназначени за мрежи с малък мащаб, които обикновено се използват в домове и малки офиси. Те често комбинират функциите на рутер, комутатор и точка за достъп. Домашните рутери обикновено имат основни функции за маршрутизиране, NAT възможности и евентуално вграден Wi-Fi адаптер за безжична връзка.
- **Корпоративен рутер** – Корпоративните рутери са предназначени за по-мащабни мрежи, като например корпоративни офиси и кампуси. Те предлагат по-разширени функции като поддръжка за множество WAN връзки, подобрени функции за сигурност, обширни контроли за качеството на услугата (QoS) и по-стабилни протоколи за маршрутизиране.
- **Основен рутер** – Основните или опорните рутери се използват в ядрото или гръбнака на големи мрежи, като мрежи на доставчици на интернет услуги (ISP) и центрове за данни. Те са оптимизирани за високоскоростно препращане на данни и са способни да обработват огромни количества трафик. Основните рутери се фокусират върху ефективното пренасочване на пакети, а не върху обширната обработка на таблицата за маршрутизиране.
- **Периферен рутер** – Крайните рутери се намират на ръба на мрежата, свързвайки локални мрежи с външни мрежи като интернет или други мрежи. Те често предоставят функции като трансляция на мрежови адреси (NAT), възможности за защитна стена и контроли за качество на услугата (QoS). Периферните рутери се използват на места като точки на присъствие на доставчик на услуги (PoP) и точки за демаркация на мрежата.
- **Виртуален рутер** – Виртуалните рутери са софтуерно базирани рутери, които работят на виртуализиран хардуер или във виртуални машини.

Те обикновено се използват в облачни среди и софтуерно дефинирани мрежи (SDN). Виртуалните рутери предлагат гъвкавост, мащабируемост и по-лесно управление в сравнение с традиционните хардуерни рутери. [2]

- **Безжичен рутер** – Безжичните рутери интегрират функции за маршрутизиране с безжични точки за достъп, което позволява на устройствата да се свързват към мрежата, както кабелно, така и безжично. Те обикновено се използват в домове, малки офиси и среди, където безжичната свързаност е от съществено значение.
- **Клонов рутер** – Клоновите рутери са предназначени за свързване на отдалечени офиси/клонове към основната корпоративна мрежа. Те често включват функции като поддръжка на виртуална частна мрежа (VPN), функции за сигурност и възможност за ефективно управление на отдалечени мрежи.
- **Рутер на ръба на мрежата на доставчика на услуги** – Тези маршрутизатори се разполагат от ISP на ръба на техните мрежи, за да свържат клиентските мрежи към опорната мрежа на ISP. Те се справят със задачи като оформяне на трафик, контрол на достъпа и маршрутизиране между мрежата на ISP и клиентските мрежи.
- **Рутер за агрегиране** – Рутерите за агрегиране се използват за агрегиране на трафик от множество връзки с по-нисък капацитет, във връзки с по-висок капацитет. Те често се срещат в мрежи на доставчици на услуги, където трафикът от различни клиенти се комбинира, преди да бъде насочен към основната мрежа.
- **Граничен рутер** – Граничните рутери се намират на границата на мрежата и управляват комуникацията между различни мрежи, като налагат политики и филтрират трафика. Те са важни за поддържането на сигурността и контролирания поток от данни в границите на мрежата.
- **Пиърингов рутер** – Пиъринг рутерите се използват от интернет доставчиците за свързване с други интернет доставчици и обмен на трафик в точки за интернет обмен. Тези рутери улесняват ефективното и оптимизирано маршрутизиране на трафика между различни мрежи.
- **Рутер от операторски клас** – Рутерите от операторски клас са предназначени за телекомуникационни мрежи и мрежи на доставчици на услуги, където надеждността, скалируемостта и маршрутизирането с висока производителност са от съществено значение. Тези маршрутизатори са в състояние да обработват огромни количества трафик и често включват резервни механизми и механизми за отказ за непрекъснато обслужване.

- **Индустриален рутер** – Индустриалните рутери са създадени да работят в тежки условия, като производствени предприятия, петролни рафинерии и комунални съоръжения. Те са здрави, за да издържат на екстремни температури, вибрации и други предизвикателни условия, като същевременно осигуряват надеждна връзка.
- **Граничен рутер с множество услуги (MSER)** – Граничните маршрутизатори с множество услуги се използват от доставчиците на услуги за предоставяне на различни услуги, като глас, данни и видео, през една мрежова инфраструктура. Те предлагат възможности като приоритизиране на трафика, разширени QoS контроли и поддръжка за множество типове услуги.
- **Многопротоколен MPLS рутер** – Маршрутизаторите с многопротоколно превключване на етикети (MPLS) се използват в мрежи, които прилагат MPLS технология за ефективно пренасочване на данни и инженеринг на трафика. Рутерите-MPLS използват етикети за бързо маршрутизиране на пакети, което ги прави подходящи за сценарии, които изискват оптимизирани и предвидими пътища за данни.
- **Рутер за мрежа за доставка на съдържание (CDN)** – Рутерите-CDN се използват в мрежи за доставка на съдържание, за да осигурят ефективно разпространение на съдържание до крайните потребители. Тези маршрутизатори насочват трафика към най-близкия сървър или местоположение на кеша, минимизирайки забавянето и подобрявайки скоростта на доставка на съдържание.
- **Домашен шлюз** – Домашните шлюзове са усъвършенствани рутери, използвани за управление и свързване на различни устройства в интелигентна домашна среда. Те често включват допълнителни функции като интегриране на домашна автоматизация, родителски контрол и функции за сигурност.
- **Облачен рутер** – Облачните рутери са виртуални рутери, използвани в облачни изчислителни среди за управление на мрежовия трафик в облачната инфраструктура. Те играят ключова роля в свързването на виртуални машини, контейнери и други облачни ресурси.
- **Локален рутер** – Локалните рутери се използват от фирмите за свързване на техните локални мрежи с външни мрежи, като техният доставчик на интернет услуги. Тези рутери често включват функции за сигурност като VPN поддръжка и защитни стени за защита на локалната мрежа.
- **Рутер с интегрирани услуги (ISR)** – Рутерите с интегрирани услуги са многофункционални рутери, които комбинират различни мрежови функции, включително маршрутизиране, комутиране, сигурност и гла-

сова комуникация, в едно устройство. Те обикновено се използват в клонови офиси и малки и средни бизнес мрежи.

2.3. Комутатори

Комутаторите или суичовете са свързващи интелигентни мрежови устройства, които работят на слой 2 от референтния OSI модел – канален слой или слой за връзка. Те са отговорни за ефективното препращане на пакети с данни между устройства в локална мрежа (LAN). За разлика от хъбовете, които безразборно препращат пакетите с данни към всички свързани устройства, комутаторите използват усъвършенствани техники за анализиране и насочване на трафика въз основа на физически (MAC) адреси, като оптимизират производителността на мрежата и намаляват ненужния трафик. Най-често използваните комутатори във вътрешността на центровете за данни са суичовете на Cisco, JUNIPER, Huawei Cloud Engine, Arista и др.

На фигура 9 е представен граничен комутатор в център за данни.



Фиг. 9 Граничен комутатор в център за данни
(Източник [46])

Суичовете в центровете за данни могат да бъдат представени чрез техните основни функции и характеристики. Комутаторите играят важна роля в мрежата на центъра за данни, като осигуряват ефективната комуникация и пренос на данни между мрежовите устройства. Техните основни функции включват:

- Пренасочване на пакети – Суичът пренасочва мрежов трафик или пакети с данни въз основа на физически MAC адреси, позволявайки на устройствата да комуникират директно едно с друго. Комутаторите използват своя изградена таблица с MAC адреси, за да определят подходящия порт, през който трябва да бъде препратен даден пакет. Това елиминира необходимостта от наводняване на цялата мрежа с излишен трафик.
- Учене на MAC адреси – Комутаторите изграждат и поддържат таблица с MAC адреси, като причисляват тези MAC адреси към физическите

портове, на които са свързани устройствата. Когато комутаторът получи пакет от данни, той проверява MAC адреса на източника и съответно актуализира своята таблица.

- Поддръжка и обработка на мултикаст предаване – Суичовете позволяват ефективно разпространение на пакети с данни до множество получатели, което е от съществено значение за приложения като видео стрийминг. Те управляват резултатно излъчването и мултикаст трафика, като пращат тези пакети само към портовете, където се намират съответните устройства, предотвратявайки ненужно претоварване на мрежата.
- Сегментиране на виртуални локални мрежи (VLAN) – Виртуалните LAN – VLAN, създадени от комутатори, осигуряват логическото сегментиране на физическа мрежа в множество изолирани мрежи. Това повишава сигурността и оптимизира трафика.
- Качество на услугата (QoS) – Суичовете приоритизират трафика въз основа на предварително зададени критерии, като гарантират, че чувствителните приложения получават по-висок порядък, повече мрежови ресурси и постоянна производителност.
- Излишък и висока наличност – Използвайки протоколи като протокол обхващ дърво – (STP) или протокол за бързо обхващане на дърво – (RSTP), комутаторите създават излишни пътища, като същевременно предотвратяват цикли, повишавайки надеждността на мрежата.
- Агрегиране на връзки – Комутаторите могат да обединяват множество физически връзки в една логическа връзка, често използвайки протоколи като протокол за контрол на агрегирането на връзки (LACP), увеличавайки честотната лента и предоставяйки опции за преодоляване при отказ.
- Сигурност и защита – Усъвършенстваните комутатори предлагат функции като списъци за контрол на достъпа (ACL) и защита на портовете за контрол и ограничаване на достъпа до мрежата. Това им дава възможност да регулират потока на трафик въз основа на критерии като MAC адреси на източник/дестинация или логически IP адреси, което допринася за повишена защита и сигурност на мрежата.
- Наблюдение и анализ на трафика – модерните комутатори предлагат огледални портове или отразяване на портове, което позволява на мрежовите администратори да дублират трафик от един порт към друг за целите на наблюдение, анализ и отстраняване на проблеми и неизправности.

В допълнение към основните си функции, модерните комутатори в центровете за данни включват усъвършенствани технологии, за да отго-

ворят на нарастващите изисквания за високопроизводителни изчисления и динамичните среди на приложения, както следва:

- Софтуерно дефинирана мрежа (SDN) – Софтуерната SDN мрежа разделя контролната равнина от потребителската равнина за данни, което осигурява централизирано управление и динамична мрежова конфигурация. Това подобрява гъвкавостта и опростява предоставянето на мрежа. [2]
- Мрежова автоматизация – Усъвършенстваните комутатори поддържат възможности за автоматизация и скриптови езици за програмен контрол и управление на мрежови конфигурации, намалявайки човешките грешки и ускорявайки внедряването.
- Сегментно маршрутизиране – Тази технология опростява мрежовия дизайн чрез използване на парадигмата за маршрутизиране на източника. Това дава възможност трафикът да бъде насочван по определени пътища чрез кодиране на информация за маршрутизиране в хедърите на пакетите.
- Етернет EVPN (Ethernet VPN) – Технологиата EVPN осигурява ефективна и мащабируема мрежова виртуализация, подобрявайки свързаността на второ и трето ниво от OSI модела за приложения като взаимосвързване на центрове за данни.
- Отворена мрежа – При някои комутатори се възприема концепцията за отворена мрежа, където операционната система на суича може да бъде заменена с алтернативи с отворен код, което предоставя на администраторите повече гъвкавост и контрол върху тяхната мрежова среда.

2.3.1. Вигове комутатори

В центровете за данни се разполагат различни типове комутатори въз основа на техните възможности и действие:

- Неуправляеми комутатори – Това представляват базови комутатори, които работят без опции за конфигуриране. Те са подходящи за малки мрежи с минимални изисквания.
- Управлявани комутатори – Тези комутатори предлагат обширни опции за конфигуриране, позволяващи на администраторите да персонализират настройките, да прилагат мерки за сигурност и да оптимизират производителността на мрежата.
- Комутатори на слой 2 (L2) и слой 3 (L3) от OSI модела – Комутаторите на слой 2 се фокусират основно върху пренасочване на трафик, базирано

на MAC адреси. За разлика от тях суичовете на слой 3 имат възможности за маршрутизиране, което ги прави подходящи за по-големи мрежи, изискващи маршрутизиране между виртулни VLAN локални мрежи.

- Комутатори със захранване през Ethernet (PoE) – Тези комутатори осигуряват захранване на свързани устройства като IP телефони, камери и безжични точки за достъп през Ethernet кабела, намалявайки необходимостта от отделни източници на захранване.
- Комутатори на центрове за данни – Оптимизирани за среди на центрове за данни, тези комутатори често се отличават с висока плътност на портовете, ниска латентност и разширени възможности за поддържане на изискванията за виртуализация, облачни изчисления и приложения с висока производителност.
- Комутатори за достъп – Тези суичове свързват крайни потребителски устройства – настолни компютри, лаптопи, принтери и други, към мрежата. Те обикновено работят на второ ниво от OSI модела и предоставят основни функции за комутиране.
- Комутатори за агрегиране – Известни също като комутатори за разпределение, тези устройства събират трафик от множество суичове за достъп и ги свързват към основната мрежа. Те често прилагат маршрутизиране на ниво 3 от OSI модела за по-добро мрежово сегментиране и мащабируемост.
- Основни (CORE) комутатори – Основните или опорните комутатори са високопроизводителни устройства в сърцето на мрежата на центъра за данни. Те се справят с голям обем трафик и осигуряват високоскоростна свързаност между различните сегменти на мрежата.
- Крайни (EDGE) комутатори – Тези суичове също се наричат възли за достъп или възли за обслужване. Това представлява комутатор, разположен в точката на свързване, на ръба на две мрежи. Тези суичове свързват локалните мрежи на крайния потребител към мрежите на доставчика на интернет услуги (ISP). Крайните комутаторите могат да изпълняват функциите на рутери, интегрирани устройства за достъп (IAD), мултиплексори и различни MAN и WAN устройства, които осигуряват входни точки в корпоративни или основни мрежи на доставчици на услуги. Този тип суичове могат директно да свързват клиентски устройства, като лаптопи, настолни компютри, охранителни камери и безжични точки за достъп към клиентската мрежа.
- Комутатори от типа на „Върха на Рака“ (ToR) – В базирана на шкафово-ракове архитектура на център за данни, ToR-комутаторите осигуряват свързаност за сървъри в рамките на един и същ рак. Те намаляват сложността на окабеляването и подобряват латентността. [3]

Мрежовият комутатор се приема като основно мрежово устройство, използвано за свързване и управление на трафика между множество устройства в локална LAN мрежа. Функционалните блокове и елементи на типичен етернет комутатор включват:

- Портове – Портовете са физическите конектори, към които се свързват участващите в мрежата крайни устройства като компютри, принтери и други видове мрежово оборудване. Всеки порт има уникален физически MAC адрес, свързан с него. Суичовете могат да се отличават по броя на портовете си. Съществуват комутатори с два, четири, осем, шестнадесет, тридесет и два, шестдесет и четири, както и със сто двадесет и осем порта. Комутаторите могат да имат различни типове портове, като RJ-45 портове за етернет свързаност и портове с малък форм-фактор (SFP), с възможност за включване на оптични или медни трансивъри, предлагащи гъвкавост в мрежовия дизайн.
- Таблица с MAC адреси – Тази таблица съхранява MAC адреси и съответните им асоциации на портове. Използва се за вземане на решения за препращане на пакети с данни. Когато комутаторът получи рамка данни, той проверява MAC адреса на източника и актуализира своята таблица с MAC адреси със съответния порт. Когато трябва да препрати рамка, той се консултира с тази таблица, за да определи подходящия изходен порт.
- Специфична интегрирана схема за приложение (ASIC) – Схемата ASIC представлява специализирани хардуерни компоненти, предназначени за високоскоростно комутиране и обработка на пакети. Те са в основата на производителността на комутатора, позволявайки му да обработва и препраща кадри със скорост, която поддържа преносната среда (кабела). Схемите ASIC са проектирани да се справят ефективно с логиката на комутиране, като намаляват латентността и подобряват цялостната производителност.
- Буферна памет – Суичовете често имат буферна памет за временно съхраняване на входящи рамки, преди да ги препратят. Това спомага за справянето със свръх трафик без загуба на пакети или претоварване на мрежата. Размерът на буфера може да варира в зависимост от капацитета и предназначението на комутатора.
- Вътрешна високоскоростна шина (BSF) – Представлява вътрешна високоскоростна шина за данни, която свързва всички портове на комутатора и позволява комуникация между тях. Тя определя общия пропускателен капацитет на суича.

- Интерфейс за управление – Много комутатори включват интерфейс за управление, който може да бъде достъпен чрез уеб браузър или команден интерфейс (CLI). Администраторите използват този интерфейс, за да конфигурират и наблюдават комутатора, да настройват VLAN и да управляват функциите за мрежова сигурност.
- Захранване – Комутаторите са активни устройства, изискващи захранване, за да работят. В зависимост от техния размер и разгръщане, комутаторите могат да се захранват стационарно чрез електрически контакт или дистанционно през етернет мрежата (PoE). Някои суичове могат да разполагат и с резервни захранвания за допълнителна надеждност.
- Охладителна система – Комутаторите с голям капацитет генерират топлина, така че обикновено включват охлаждащи системи като вентилатори и/или радиатори за разсейване на топлината и поддържане на оптимални работни температури.
- Светлинни индикатори (светодиоди) – Тези светлини предоставят информация за състоянието и активността на всеки порт на комутатора, като състояние на връзката, скорост и трансфер на данни и други.
- Функции за сигурност – Много съвременни комутатори включват функции за сигурност като филтриране на MAC адреси, защита на портове и списъци за контрол на достъпа (ACL) за подобряване на сигурността на мрежата.
- Характеристики за качество на услугата (QoS) – Суичовете могат да приоритизират определени типове трафик пред други, като използват механизми за QoS, за да обезпечат, че чувствителните приложения получават необходимата честотна лента и ниска латентност.
- Излишък и висока наличност – В някои случаи комутаторите може да имат компоненти в излишък и поддръжка на функции като STP протокол, за да предотвратят мрежови цикли и да осигурят наличност на мрежата.
- Поддръжка на VLAN – Управляваните комутатори често поддържат виртуални LAN (VLAN), позволяващи сегментиране на мрежата за подобрена сигурност и оптимизация на производителността.
- Възможност за подреждане – Някои комутатори могат да бъдат стекнати заедно, за да се създаде единичен логически комутатор с по-висок капацитет и по-лесно управление.

Това са основните функционални блокове и елементи, които са налични в типичен мрежов комутатор. Специфичните характеристики и възможности могат да варират значително между различните модели и марки комутатори, в зависимост от предназначението им и целевия пазар (напр. предприятие, център за данни или домашна употреба).

Комутаторите намират приложения в различни области в центровете за данни, както следва:

- Изчислителни клъстери – Високоскоростните комутатори свързват сървъри в рамките на изчислителни клъстери, улеснявайки споделянето на данни и балансирането на натоварването.
- Мрежи за съхранение – Суичовете свързват масиви от устройства за сторидж в мрежи за съхранение на данни (SAN) [18] [19] със сървъри, осигурявайки бърз и надежден достъп до съответните данни.
- Виртуализация – Във виртуализирани среди комутаторите управляват трафика между виртуални машини (VM) и поддържат изолация за сигурност и производителност.
- Големи данни и анализ – Суичовете процесират комуникации с голям обем и ниска латентност, необходими за обработка на така наречите големи (BIG) данни и аналитични клъстери.
- Високопроизводителни изчисления (HPC) – Високопроизводителните HPC клъстери разчитат на бързоскоростни комутатори, с ниско времезакъснение, за да осигуряват паралелна обработка и научни изчисления.

В центровете за данни могат да бъдат прилагани различни мрежови архитектури, включващи:

- Оптични (Fabric) архитектури – Съвременните мрежи на центрове за данни често се имплементират в оптични (Fabric) архитектури [17], които подобряват скалируемостта и производителността. В такъв тип мрежи комутаторите са оптични-fabric комутатори.
- Архитектура тип „дебело дърво“ – Тази архитектура използва опорни и допълнителни възлови комутатори, наречени още “spine-and-leaf” комутатори, за да създаде неблокираща топология, с огромен излишък, осигуряваща ефективна комуникация между устройствата без затруднения. Съществува и архитектура известна като „Leaf-Spine“, с която чрез използването на множество слоеве от комутатори, се осигурява балансирано и предвидимо мащабиране на производителността, жизненоважно за центрове за данни в голям мащаб.
- Взаимосвързаност на центъра за данни (DCI) – Комутаторите могат да позволят безпроблемна комуникация между географски разпределени центрове за данни, което позволява репликация на данни, възстановяване след бедствие и балансиране на натоварването. [3]

С бързите темпове на развитие в областта на телекомуникациите, мрежите на центровете за данни продължават да напредват, като имплементират нововъзникващи и иновативни технологии. Тези технологии могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Мрежа базирана на намерение (IBN) – Този подход се фокусира върху конфигуриране на мрежи въз основа на намерение от високо ниво, което позволява на администраторите да изразят желаните резултати, а не конфигурации от ниско ниво.
- Интеграция с 5G – С нарастването на влиянието на 5G мрежите, центровете за данни е необходимо да се адаптират, за да поддържат връзки с ниска латентност и широка честотна лента към крайни изчислителни ресурси.
- Периферни центрове за данни – Разпространението на периферните изчисления изисква комутатори, които могат да обработват разнообразни работни натоварвания в периферията на мрежата, като същевременно поддържат свързаност с основните центрове за данни. [1]
- Мрежова автоматизация – Комутаторите оборудвани с възможности за автоматизация, позволяват на администраторите да автоматизират рутинни задачи, подобрявайки ефективността и намалявайки вероятността от човешки грешки.
- Интегриране на сигурността – Суичовете стават все по-осъзнати по отношение на сигурността, с функции като вградени защитни стени, системи за откриване на проникване, възможности за криптиране и други.
- Мрежова телеметрия и анализ – Усъвършенстваните комутатори предоставят информация в реално време за производителността на мрежата, моделите на трафика и потенциалните заплахи за сигурността, като спомагат на администраторите да вземат информирани решения.

В обобщение комутаторите са незаменими компоненти, представляващи гръбнака на мрежите на центровете за данни, осигурявайки гладка комуникация, високоскоростен трансфер на данни и ефективно използване на ресурсите. Изборът на тип суич и архитектура зависи от специфичните изисквания на центъра за данни, като се вземат предвид фактори като мащабируемост, производителност и излишък. Тъй като центровете за данни се развиват, за да поемат нови технологии и работни натоварвания, комутаторите ще продължат да играят решаваща роля в осигуряването на свързаност и интелигентност, необходими за поддържане на модерни приложения и услуги.

2.4. Сторидж в центрове за данни

В центровете за данни има няколко типа технологии за съхранение на данни и памет, използвани за различни цели, в зависимост от специфичните изисквания на приложенията и услугите, работещи в центъра.

Могат да бъдат представени някои често срещани видове сторидж устройства [17] и памет, използвани в центровете за данни, както следва:

- Твърди дискове (HDD) – Твърдите HDD дискове се използват за дългосрочно съхранение на данни. Те обикновено са по-бавни от други типове сторидж устройства, но предлагат съхранение с голям капацитет при относително по-ниска цена на гигабайт. Твърдите дискове са подходящи за съхраняване на големи обеми данни, които не изискват бърз достъп, като архивни данни, резервни копия и медийни файлове.
- Твърдотелни дискови устройства (SSD) – Твърдотелните SSD дискови устройства осигуряват високоскоростно съхранение и извличане на данни в сравнение с твърдите HDD дискове. Те се използват, когато ниската латентност и бързият достъп до данни са от съществено значение. Твърдотелните SSD дискове обикновено се използват за хостване на виртуални машини, бази данни и приложения с високи входно/изходни (I/O) изисквания. Те се използват и в кеширащи слоеве за подобрена производителност.
- Енергонезависима експресна памет (NVMe) SSD – Устройствата NVMe SSD са още по-бърз вариант на твърдотелните SSD дискове, проектирани за ултра ниска латентност и високи входно/изходни операции в секунда (IOPS). Те често се използват във високопроизводителни изчислителни среди (HPC), системи за високочестотна търговия и други приложения, чувствителни към латенция.
- Оперативна памет с произволен достъп (RAM) – Оперативната RAM памет осигурява изключително бърз достъп до данни, но е енергозависима, което означава, че губи данните при прекъсване на захранването. Използва се за временно съхраняване на данни, които трябва да бъдат бързо достъпни от процесора. Оперативната памет се използва за стартиране на приложения, кеширане на често достъпни данни и служи като буфер за I/O операции. Базите данни в паметта и анализите в реално време се възползват от големи количества RAM.
- Мрежа за съхранение на данни (SAN) [18] – Мрежите за съхранение на данни SAN са специализирани мрежи, които свързват устройства за съхранение, често използващи протоколи Fibre Channel или iSCSI [21], към сървъри, което позволява централизирано управление на

сторидж и споделени ресурси за съхранение на данни. Мрежите SAN се използват за съхраняване на данни, които изискват висока наличност и могат да бъдат достъпни от множество сървъри едновременно, като корпоративни бази данни и сторидж на виртуални машини. [17]

- Мрежово добавен сторидж (NAS) – Устройствата NAS [19] са решения за съхранение на ниво файл, които са свързани към мрежата. Те осигуряват споделено съхранение на файлове, достъпно през стандартни мрежови протоколи като NFS и SMB. Сторидж устройствата NAS обикновено се използват за споделяне на файлове, архивиране на файлове и служат като хранилище за потребителски данни и домашни директории.
- Съхранение на обекти – Обектното съхранение е предназначено за съхраняване и управление на големи количества неструктурирани данни, като изображения, видеоклипове и резервни копия. Често се използва за данни, които не се вписват добре в традиционните файлови системи. Обектният сторидж е популярен за услуги за съхранение в облак, мрежи за доставка на съдържание (CDN) и архивиране на данни.
- Съхранение на лента – Лентовите сторидж устройства са архивни носители за съхранение с голям капацитет, но по-бавно време за достъп в сравнение с дисковото съхранение. Използва се за дългосрочно съхранение на данни и архивиране. Организациите често използват лентово съхранение за архивиране на данни, особено по стандартите и изискванията за съответствие и запазване на данните.

На фигура 10а, 10б, 10в, 10г са изобразени различните видове сторидж устройства и памет, използвани в центровете за данни, а фигура 11 представя сторидж масив в център за данни.

Хардуер като инфраструктура в центровете за данни



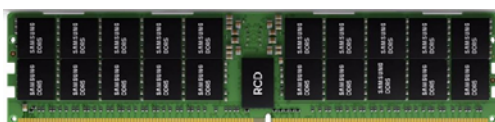
Фиг. 10а Твърд HDD диск
в център за данни
(Източник [47])



Фиг. 10б Солиден SDD диск
в център за данни
(Източник [48])



Фиг. 10в Разновидности на дискове NVMe в център за данни
(Източници [49] [50])



Фиг. 10г Оперативна RAM памет в център за данни
(Източник [51])



Фиг. 11 Сторидж масив в център за данни
(Източник [52])

2.4.1. Типове и нива на сторидж

Определението за сторидж в център за данни се отнася до инфраструктурата и технологията, използвани за съхраняване и управление на данни по централизиран и организиран начин. Сториджът обхваща различни устройства за съхранение, системи и протоколи, предназначени да запазят сигурно и да направят данните достъпни за приложения, услуги и потребители в рамките на средата на центъра за данни. Сториджът в центровете за данни играе съществена роля в поддържането на широк набор от операции, включително обработка на данни, архивиране, архивиране и извличане и други.

Типовете сторидж могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Основен сторидж – Това включва високопроизводителни устройства за съхранение, като NVMe SSD или високоскоростни SAS SSD, използвани за чувствителни приложения, които изискват ниска латентност и високи IOPS [19].
- Вторичен сторидж – Решенията за вторично съхранение, като традиционните SSD или HDD дискове, се използват за по-малко сензитивни към производителността работни натоварвания като архивиране, бекъпи и некритични данни.
- Третичен сторидж – Третичното съхранение може да включва лентови библиотеки или решения за така нареченото „студено“ съхранение за дългосрочни архивни цели, осигурявайки рентабилно съхранение с голям капацитет с по-бавно време за достъп.

На фигура 12 е илюстриран мрежово добавен NAS сторидж в център за данни.



Фиг. 12 Мрежово добавен NAS сторидж в център за данни
(Източник [53])

2.4.2. Сторидж протоколи и интерфейси

За целите на съхранението на данни в центровете за данни най-често се използват следните по тип протоколи и интерфейси:

- Протокол за оптичен канал (FC) – Използва се за високоскоростни SAN връзки с ниска латентност в корпоративни среди.
- Протокол за интернет интерфейс за малка компютърна система (iSCSI) – Гъвкав и рентабилен SAN протокол, който работи през IP мрежи.
- Протокол за мрежова файлова система (NFS) и протокол за сървърен блок за съобщения (SMB) – Това са общи протоколи за мрежово добавен стридж NAS, позволяващи достъп до хранилище на ниво файл.
- Протокол FC през Ethernet (FCoE) – Протоколът FCoE [21] позволява трафикът по оптичен канал да се транспортира през етернет мрежи, съчетавайки предимствата на надеждността и ниската латентност на FC с гъвкавостта и рентабилността на етернет.
- Протокол InfiniBand – Протокол InfiniBand е високоскоростна технология за взаимно свързване с ниска латентност, често използвана във високопроизводителни изчисления (HPC) и клъстери на центрове за данни. Той е много подходящ за високоскоростни приложения, които изискват екстремна честотна лента и ниска латентност.
- Протокол за серийно добавен SCSI (SAS) – Протокол SAS е високоскоростен интерфейс за съхранение от точка до точка, използван за свързване на твърди дискове, SSD и лентови устройства към сървъри и сторидж масиви. Той осигурява надеждна и мащабируема връзка за съхранение.
- Интерфейс NVMe – Интерфейсът NVMe е предназначен за базирани на флаш SSD дискове и осигурява изключително ниска латентност и висока производителност. Този стандарт става все по-важен в средите на центровете за данни, за подобряване на производителността на съхранението.
- Интерфейс сериен ATA (SATA) – Интерфейсът SATA обикновено се използва за свързване на твърди дискове и SSD от потребителски клас към сървъри и настолни компютри. Той предоставя рентабилно решение за съхранение, но не може да предоставя нивата на производителност на SAS или NVMe.
- Услуга за лесно съхранение (S3) – Услугата S3 е интерфейс за съхранение на обекти, предоставен от доставчици на облачни услуги като Amazon Уеб Услуги (AWS). Той се използва широко за мащабируемо и трайно базирано на облак съхранение, поддържащо RESTful API за управление на обекти.

- Протокол за обща интернет файлова система (CIFS) – Този протокол се използва за мрежово NAS съхранение и споделяне на файлове. Той позволява на Windows системите и тези системи различни от Windows, да имат достъп до споделени файлове и папки по мрежата. [21]

Изборът на сторидж протокол и интерфейс в център за данни зависи от фактори като изисквания за производителност, съвместимост със съществуваща инфраструктура, предпочитания на доставчика и специфичните сценарии на употреба на системата за съхранение. Тези фактори е необходимо внимателно да се отчитат, когато се проектират и внедряват решения за съхранение в центровете за данни.

2.4.3. Усъвършенствани функционалности свързани със сториджа в центровете за данни

В центровете за данни могат да бъдат представени различни функционалности свързани със съхранението на данни, включително:

- Виртуализация на сторидж – Виртуализацията на сторидж в център за данни е технология, която абстрахира и отделя физическите ресурси за съхранение от приложенията и сървърите, които ги използват. Тя създава слой на виртуализация между физическите сторидж устройства като твърди дискове, SSD дискове или мрежи за съхранение на данни и приложенията или сървърите, които се нуждаят от капацитет за съхранение. Чрез виртуализацията е възможно да се създаде унифициран, управляем и мащабируем набор (пул) за съхранение. Той позволява функции като динамично осигуряване, балансиране на натоварването и мигриране на данни.
- Дедупликация и компресиране на данни – Дедупликацията на данни представлява процес на идентифициране и елиминиране на дублирани данни, намаляване на пространството за съхранение и подобряване на ефективността. Компресирането на данни е процес на използване на алгоритми за намаляване на размера на данните, запазване на капацитета за съхранение и намаляване на входно/изходната латентност.
- Висока наличност и излишък на данни – Сторидж масив с излишък от независими дискове (RAID) [5] се използва за защита срещу повреди на диска чрез дублиране или разпределяне на данните на множество дискове.
- Клъстериране на сторидж – Използва множество възли за съхранение с излишък и балансиране на натоварването, за да осигури висока наличност на системата.

- Софтуерно дефинирано съхранение (SDS) – Представява абстракция на услугите за съхранение от физическия хардуер, позволяваща гъвкавост, мащабируемост и централизирано управление. Решенията базирани на SDS могат да бъдат интегрирани в инфраструктурата за виртуализация на центъра за данни.
- Подредба на сторидж и кеширане – Чрез подредбата на сторидж се осъществява автоматично преместване на данни между различни нива на сториджа въз основа на модели за достъп и използване, с което се оптимизира производителността на системата и цената. При кеширането се използва високоскоростен сторидж като например SSD дискове за кеширане на често достъпни данни, намалявайки забавянето за чувствителни приложения.
- Конвергирана и хиперконвергирана инфраструктура (HCI) – Конвергентната инфраструктура комбинира изчислителни ресурси, сторидж и работа в мрежа в една интегрирана система, опростявайки внедряването и управлението. Хипер-конвергираната инфраструктура разширява конвергентната инфраструктура чрез включване на софтуерно дефинирано съхранение, което я прави още по-гъвкава и мащабируема. [2]

Усъвършенстваните решения за съхранение в центрове за данни са проектирани да отговорят на развиващите се нужди на съвременните приложения, включително облачни архитектури [6], анализ на големи данни, изкуствен интелект и машинно обучение. Те дават приоритет на производителността, мащабируемостта, ефективността и целостта на данните, за да обезпечат, че операциите в центъра за данни протичат гладко и надеждно.

Изборът на сторидж и памет зависи от фактори като изисквания за производителност, цена, издръжливост на данните, мащабируемост и специфичните сценарии на използване на центъра за данни.

2.5. Кабели в центровете за данни

Кабелите в центровете за данни играят важна роля за свързването на различни устройства, системи и компоненти с цел улесняване на преноса на данни, захранване и сигнализиране. Кабелите могат да бъдат различни видове и да служат за различно предназначение.

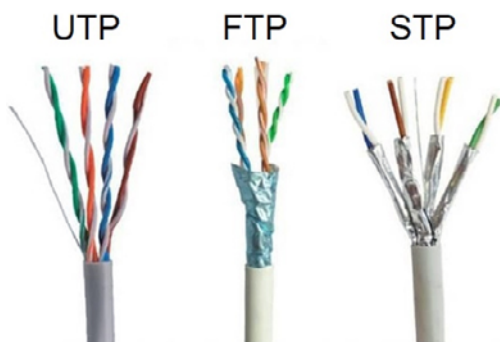
Най-често срещаните типове кабели, използвани в центровете за данни и тяхното предназначение, могат да бъдат представени, както следва:

- Етернет кабели – Етернет кабелите се различават по категория например Cat 5e, Cat 6, Cat 6a, Cat 7, Cat 8. Тяхното основно предназначение е за работа в мрежа и комуникация на данни. Те свързват компютри, сървъри, комутатори, рутери и други мрежови устройства в центъра за данни. Етернет кабелите са медни електрически кабели, които обикновено се свързват в RJ-45 конектори с правоъгълна форма и осем пина вътре в модулния конектор. Цветът и категорията на кабела (напр. Cat 6 или Cat 6a) могат да варират, но те типично включват 4 усукани двойки медни проводници в кабела.
- Оптични кабели (едномодови и многомодови) – Чрез оптичните кабели се предават данни с помощта на светлинни сигнали и се използват за високоскоростен пренос на данни на дълги разстояния. Те са идеални за свързване на комутатори на центрове за данни, устройства за съхранение и за взаимно свързване на центрове за данни. Като външен вид оптичните кабели се състоят от тънки нишки от стъклени или пластмасови влакна, обвити в защитни обвивки. Те имат съединители в краищата, които могат да се различават в зависимост от типа (напр. LC, SC, MTP/МРО).
- Захранващи кабели (AC и DC) – Захранващите кабели осигуряват електрическо захранване на сървъри, комутатори, сториџ масиви за съхранение и друго оборудване на центрове за данни. Захранващите кабели за променлив ток имат стандартен щепсел в единия край и се свързват към разпределителни захранващи устройства (PDU) или електрически контакти. Захранващите кабели за постоянен ток имат различни съединители в зависимост от напрежението и вида на системата за разпределение на енергия, използвана в центъра за данни.
- Серийни кабели (RS-232, RS-485 и др.) – Серийните кабели се използват за конзолен достъп, конфигуриране и управление на мрежово оборудване, като рутери, комутатори и сървъри. На външен вид те се разграничават в различни форми, но обикновено имат сериен конектор в единия край и DB-9 или DB-25 конектор в другия край.
- Коаксиални кабели – Коаксиалните кабели са вид медни електрически кабели, които се използват за предаване на телевизионни сигнали, широколентов интернет и в някои случаи за специфични приложения в центрове за данни. Коаксиалните кабели се състоят от централен проводник, заобиколен от изолация, метална екранировка и външен изолационен слой.
- Конзолни кабели (USB, DB-9, RJ-45) – Конзолните кабели се използват за свързване към конзолата или портовете за управление на мрежово оборудване за конфигуриране и отстраняване на проблеми. Конзолните кабели се предлагат в различни форми, включително USB към сериен,

DB-9 към DB-9 и RJ-45 към DB-9, с конектори на всеки край, подходящи за конкретното свързано устройство.

- Пач кабели (Етернет и оптични влакна) – Пач кабелите са къси кабели, използвани за свързване на устройства в стелажите или раковете. Те често се употребяват за свързване на сървъри към комутатори, комутатори към рутери и други връзки в шкафа. На външен вид пач кабелите се разграничават в различни дължини и обикновено имат съединители в двата края, като RJ-45 конектори за етернет пач кабели и различни съединители за фибро-оптични пач кабели.
- Кабели KVM (клавиатура, видео, мишка) – Кабелите KVM се използват за свързване на периферни устройства като клавиатура, видео и мишка към сървъри или комутатори, позволявайки дистанционно управление и администриране. Този тип кабели могат да притежават различни конектори за всеки отделен тип периферия и един конектор като например VGA или HDMI на другия край за връзка с целевото устройство.

На фигура 13 са илюстрирани различни типове кабели в центровете за данни.



Фиг. 13а Етернет кабели в центровете за данни
(Източник [54])



Фиг. 13б Оптични кабели в центровете за данни
(Източник [55])



Фиг. 13в Разновидности на захранващи кабели в центровете за данни
(Източник [56])



Фиг. 13г Разновидности на конзолни кабели в центровете за данни
(Източник [57])



Фиг. 13д Разновидности на KVM кабели в центровете за данни
(Източник [58])

Външният вид на тези кабели може да варира в зависимост от фактори като дължина, производител и конкретни сценарии на употреба. Администраторите в центъра за данни отчетливо подбират и менажират кабелите, за да осигурят коректна свързаност, организация и минимална намеса в средата на центъра за данни.

Кабелите в центровете за данни притежават редица ключови параметри и характеристики, представени както следва:

- За етернет кабели (Cat 5e, Cat 6, Cat 6a, Cat 7, Cat 8)
 - ❖ Кабелна категория – Определя характеристиките на производителността на кабела.
 - ❖ Скорост на трансфер на данни – Показва максималната скорост на данни, която кабелът може да поддържа.
 - ❖ Максимална дължина на кабела – Максималното разстояние, на което кабелът може надеждно да предава данни.
 - ❖ Конструкция на кабела – Описва броя на медните проводници, усуканите двойки, екранирането, конструктивните особености и цялостния дизайн на кабела.
 - ❖ Типове конектори – Указва използваните конектори, за етернет кабели обикновено са RJ-45.
 - ❖ Екраниране – Някои кабели имат екраниране за намаляване на смущенията и кросинтерференцията.
 - ❖ Сценарии на употреба – Категоризирани въз основа на тяхната пригодност за различни приложения и среди.

- За оптични кабели (едномодови и многомодови)
 - ❖ Тип влакно – Показва дали кабелът е одномодов (с един лъч на разпространение) или многомодов (с множество лъчи).
 - ❖ Диаметър на сърцевината – Диаметърът на сърцевината на влакното, който влияе върху характеристиките на предаване.
 - ❖ Диаметър на обвивката – Диаметърът на обвивката около сърцевината.
 - ❖ Дължина на вълната – Специфичната дължина на светлинната вълна, използвана за предаване на данни (напр. 850 nm за многомодов режим, 1310 nm или 1550 nm за одномодов режим).
 - ❖ Широчина на честотната лента – Описва капацитета за пренос на данни на влакното.
 - ❖ Затихване – Загубата на силата на сигнала на разстояние.
 - ❖ Типове конектори – Указва конекторите от всеки край (напр. LC, SC, MTP/МРО).
 - ❖ Сценарии на употреба – Определя се от фактори като разстояние, честотна лента и изисквания на приложението.

- За захранващи кабели (AC и DC)
 - ❖ Номинално напрежение – Нивото на напрежение (например 220V), за което е проектиран кабелът.

- ❖ Номинален ток – Максималният ток, който кабелът може да издържа без прегряване.
 - ❖ Типове съединители – Указва типовете щепсел и съединител (напр. C13/C14, NEMA 5-15P).
 - ❖ Габарит на проводника – Показва дебелината или габарита на проводниците, влияещи върху капацитета за пренос на ток.
 - ❖ Изолационен материал – Описва материала, използван за изолиране на проводниците.
 - ❖ Дължина – Физическата дължина на кабела.
 - ❖ Цвят – Цветът на кабела може да варира, но не е индикатор за функционалност.
- За серийни кабели (RS-232, RS-485 и др.)
 - ❖ Типове конектори – Указва конекторите от всеки край, като DB-9 или DB-25.
 - ❖ Скорост на предаване на данни – Показва максималната скорост на предаване на данни в битове за секунда (bps).
 - ❖ Дължина на кабела – Максималната препоръчителна дължина на кабела за надеждна комуникация.
 - ❖ Терминирание – Някои серийни кабели може да изискват крайни резистори за целостта на сигнала.
 - ❖ Сценарии на употреба – Идентифицира предвидената цел, например достъп до конзола, предаване на данни.
 - За коаксиални кабели
 - ❖ Импеданс – Представява пълното съпротивление или комплексно съпротивление на кабела. Характерният импеданс на кабела, обикновено 50 или 75 ома.
 - ❖ Тип екраниране – Описва типа и нивото на екраниране (напр. RG-6, RG-58).
 - ❖ Честотен диапазон – Определя честотния диапазон, за който е подходящ кабелът.
 - ❖ Типове конектори – Указва използваните конектори (напр. BNC, F-тип).
 - ❖ Сценарии на употреба – Идентифицира приложения като кабелна телевизия, широколентова връзка и специфични употреби в центъра за данни.

- За конзолни кабели (USB, DB-9, RJ-45)
 - ❖ Типове конектори – Указва конекторите на всеки край (напр. USB-A към USB-B, DB-9 към RJ-45).
 - ❖ Дължина на кабела – Дължината на кабела за достигане до конзолния порт.
 - ❖ Съвместимост – Показва съвместимост със специфични устройства (напр. конзолен кабел на Cisco).

Тези параметри и характеристики спомагат на администраторите в центровете при избор на подходящи кабели за техните специфични нужди, осигурявайки надеждно предаване на данни и ефективна свързаност в центъра за данни.

2.6. Непрекъсваеми UPS захранващи устройства

Устройствата за непрекъсваемо захранване (UPS) [4] в центровете за данни играят критична роля за осигуряване на непрекъснатото, надеждно и висококачествено електрическо захранване за защита на операциите на центровете за данни.

Устройствата UPS, използвани в центровете за данни, могат детайлно да се представят чрез тяхната цел и предназначение:

- Цел – Устройствата UPS представляват критична инфраструктура на центъра за данни, осигурявайки непрекъснат и чист източник на електрическа енергия за защита срещу колебания и прекъсвания на захранването.
- Цялост на данните и наличност – Те играят основна роля в осигуряването на целостта на данните, наличността и непрекъснатата работа на критично за мисията на центъра за данни оборудване, включително сървъри, сториджи и мрежово оборудване.

2.6.1. Видове UPS устройства

Устройствата за непрекъсваемо захранване могат да бъдат класифицирани, както следва:

- Устройства UPS с онлайн/двойно преобразуване – Тези UPS устройства непрекъснато преобразуват входящото променливо AC токово захранване в постоянно токово DC захранване и след това обратно в AC захранване. Те предлагат най-високо ниво на защита срещу аномалии

в захранването, осигурявайки безпроблемен преход към захранване от батерия, когато е необходимо.

- Устройства Line-Interactive UPS – Тези UPS устройства използват автоматичен регулатор на напрежението (AVR), за да коригират незначителни колебания в напрежението и да превключат към захранване от батерията при по-големи прекъсвания на захранването.
- Устройства UPS офлайн/в режим на готовност – Тези UPS устройства позволяват входящото захранване да тече директно към свързаните устройства и да превключват към захранване от батерията, само когато бъде открито прекъсване на захранването. Те предлагат основна защита срещу прекъсване на захранването.
- Модулни UPS системи – Модулните UPS системи са мащабируеми и могат лесно да бъдат разширени чрез добавяне на повече захранващи модули с нарастването на изискванията на центъра за данни.
- Превключвател за статичен трансфер (STS) – Устройствата STS осигуряват резервиране чрез превключване между множество източници на захранване, без да разчитат на батерии. Те често се използват заедно с UPS системи за допълнителна надеждност.

На фигура 14 е изобразена UPS система за непрекъсваемо захранване в център за данни.



Фиг. 14 Система UPS за непрекъсваемо захранване в център за данни
(Източник [59])

2.6.2. Компоненти на UPS устройствата

Устройствата за непрекъсваемо захранване притежават следните конструктивни компоненти:

- Токоизправител/зарядно устройство – Преобразува входящото променливотоково захранване в постоянен ток за зареждане на батериите и захранване на инвертора.
- Инвертор – Преобразува постоянен ток от батериите обратно в променлив ток за разпределение към свързаното оборудване.
- Батерийна банка – Съхранява електрическа енергия, за да осигури захранване по време на колебания или прекъсвания.
- Байпасна верига – Позволява захранването да тече директно към свързаните устройства, когато UPS е в нормален работен режим.
- Панел за наблюдение и контрол – Предоставя информация за състоянието в реално време и позволява дистанционно наблюдение и управление.
- Байпас за поддръжка – Дава възможност за поддръжка или ремонт без прекъсване на захранването на критични товари.

Центровете за данни често разполагат резервирани UPS системи в излишък (N+1 или 2N конфигурации) за устойчивост на грешки. Това гарантира, че ако едно UPS устройство се повреди, други могат безпроблемно да поемат работата му. Модулните UPS системи позволяват лесно разширяване, осигурявайки мащабируемост, за да посрещнат нарастващите изисквания за мощност в центровете за данни.

Усъвършенстваните UPS устройства използват различни технологии за батерии, включително регулирани с клапан оловно-киселинни (VRLA) батерии и литиево-йонни батерии. Литиево-йонните батерии набират висока популярност, поради по-дългия им живот и по-малката им заемна площ. [4]

Енергийно ефективните UPS системи са от решаващо значение за намаляване на оперативните разходи и минимизиране на въздействието върху околната среда. Устройствата UPS с висока ефективност, например 90% или по-висока, спомагат за по-ниска консумация на енергия и топлинна мощност. [10]

Модерните UPS системи предлагат всеобхватни възможности за наблюдение и управление, включително дистанционно наблюдение, предупреждения и предсказуема поддръжка, за да осигурят оптимална производителност и ранно откриване на проблеми.

В големите центрове за данни UPS устройствата често се синхронизират с резервни генератори, за да осигурят непрекъснато захранване по време на продължителни прекъсвания.

Мащабните системи UPS генерират топлина и изискват подходящо охлаждане, за да поддържат работоспособност. Центровете за данни включват решения за охлаждане за ефективно управление на топлинната мощност на UPS системите.

В центровете за данни UPS инсталациите трябва да се придържат към индустриалните стандарти и изискванията за съответствие, като стандартите NEMA (Национална асоциация на производителите на електротехника) и ANSI (Американски национален институт по стандартизация), за да се гарантира безопасност и надеждност.

Операторите на центрове за данни извършват стриктно планиране на капацитета, за да определят необходимия капацитет на UPS устройствата въз основа на нуждите от захранване на оборудването, бъдещи прогнози за растеж и изисквания за резервиране.

В обобщение устройствата за непрекъсваемо захранване са критичен компонент на инфраструктурата на центъра за данни и техният правилен избор, конфигурация и поддръжка са жизненоважни за осигуряване на надеждност на центъра за данни и непрекъснатост на операциите. Усъвършенстваните UPS решения включват авангардни технологии и най-добри практики, за да отговорят на възискателните енергийни нужди на модерните центрове за данни.

2.7. Комуникационни и сървърни ракове

Комуникационните и сървърните ракове в центровете за данни могат подробно да бъдат представени чрез разглеждане на техните физически компоненти, функции и различни сценарии на употреба. Тези шкафове служат като структурен гръбнак за разполагане и организиране на мрежово и сървърно оборудване в центрове за данни.

На фигура 15 е изобразен сървърен рак в център за данни.



Фиг. 15 Сървърен рак в център за данни
(Източник [60])

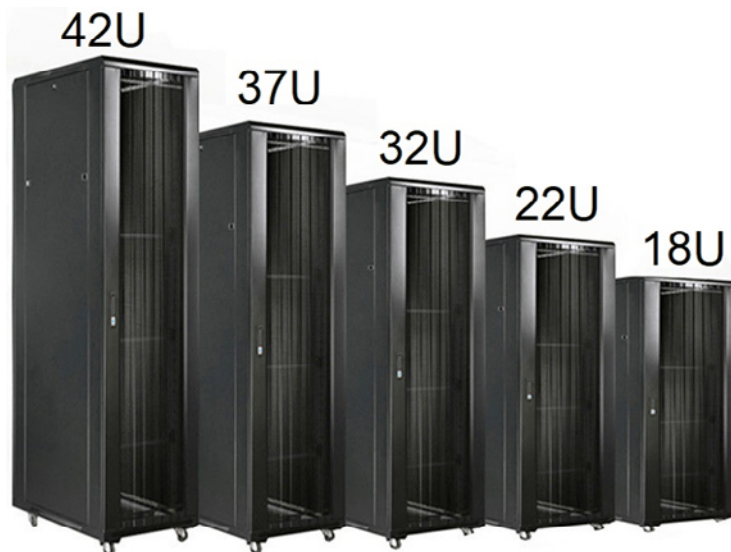
2.7.1 Физически компоненти на комуникационните и сървърните ракове

Сървърните ракове са различни по вид и структурни размери от 1000 и 1200 mm дълбоки, от 600 и 800 mm широки. Типичната им височина е 42U, но и в това съществува разнообразие. Раковете са снабдени със странични панели, двойни врати или широка единична врата. Вратата може да бъде перфорирана над 80% с цел циркулация на въздушен поток. Раковете се проектират от материали като стомана или от алуминий, за да са по-леки. За обезпечаване на сигурността в шкафа са налични различни заключващи механизми от серийни ключалки до електронни с контрол на достъпа. Раковете могат да бъдат с отделено асемблирано място за сториџ системи или без специфицирано такова просторство.

Физическите компоненти на комуникационните и сървърни ракове могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Рамка и корпус – Рамката осигурява структурна опора, докато корпусът образува външната обвивка на рака.
- Материали – Раковете обикновено са изработени от стомана или алуминий, предлагащи издръжливост и стабилност.
- Врати и панели – Някои шкафове включват предни и задни врати с ключалки за сигурност. Страничните панели могат да се свалят за достъп.
- Монтажни шини/релси – Регулируемите вертикални релси вътре в стелаж осигуряват точки за закрепване за монтажното оборудване. Монтажните релси могат да бъдат щанцовани, за универсален монтаж или с резба, за винтове с резба или гайки.
- Менажиране на кабели – Раковете притежават рамена за менажиране на кабели. Тези рамена се простират извън шкафа, за да осигурят опора и организация за кабелите.
- Канали за организация на кабелите – Вертикалните и хоризонталните канали улесняват прецизното прокарване на кабелите.
- Охлаждане и вентилация – Раковете разполагат с вентилационни отвори за охлаждане [15]. Шкафовете могат да имат перфорирани врати, панели или страни, за да позволят циркулация на въздушен поток и разсейване на топлината.
- Заглушителни панели – Използват се за запълване на празни пространства в раковете и насърчаване на ефективен въздушен поток.
- Блокове за разпределение на енергия (PDU) – Блоковете PDU често се монтират във или на рака, за да разпределят захранването към свързаното оборудване. Типовете PDU могат да бъдат основни, с измерване, с превключване или интелигентни, осигуряващи различни нива на мониторинг и контрол на мощността.
- Стелажни единици (U) – Раковете се измерват в стелажни единици (U), които представляват вертикално пространство. Едно U е еквивалентно на 1,75 инча (44,45 mm).
- Височина – Обичайните височини на раковете включват 42U, 45U и 48U, но съществуват и различни вариации.
- Допълнителни аксесоари и рафтове – Раковете притежават рафтове, които се използват за оборудване, което не се монтира в рака или за допълнително съхранение.
- Табла за клавиатура и монитор – Осигуряват удобен достъп за администриране на сървър.
- Колелца и нивелиращи крачета – Позволяват мобилност или сигурно поставяне на рака.

На фигура 16 са илюстрирани разликите в големината на раковете в центровете за данни.



Фиг. 16 Разлики в големината на ракове в центровете за данни
(Източник [60])

2.7.2. Предназначение на комуникационните и сървърните ракове

Сървърните ракове се използват предимно за разполагане на сървъри, както индивидуални, така и блейд сървъри, които са от съществено значение за обработка на данни и хостинг на приложения. Предимството на поставянето на сървър в рак е постигане на ефективно използване на пространството, организирано менажиране на кабелите и оптимален въздушен поток за охлаждане на сървъра.

Комуникационните или още определяни като мрежови ракове се използват за поставяне на мрежово оборудване като комутатори, рутери, защитни стени и друг мрежов хардуер. Предимството на настаняването на комуникационните устройства в рак са централизирана организация, лесен достъп за поддръжка на мрежата и опростено менажиране на кабелите.

Раковете в центровете за данни могат да се използват още за побиране на сторидж масиви за съхранение на данни, SAN оборудване и устройства за архивиране. Предимствата за поставяне на този тип оборудване в рак

се свеждат до ефективно управление на съхранението, мащабируемост и достъпност.

В центровете за данни се разполагат и така наречените телекомуникационни ракове. Телекомуникационните шкафове съдържат далекосъобщително оборудване, като цифрови (PBX) централи, VoIP сървъри и телекомуникационни комутатори. Предимствата от поставянето на телекомуникационни устройства и системи в рак се свежда до централизирана телекомуникационна инфраструктура, лесна поддръжка и кабелна организация.

В центровете за данни се помещават и ракове с разположена инфраструктура за хранване и охлаждане. Шкафоваите могат да съдържат модули за разпределение на хранването PDU, блокове за непрекъсваемо хранване UPS и охлаждащо оборудване.

Предимствата от разполагането на устройства за хранване и охлаждане в рак са от съществено значение за оптимално управление на хранването на центъра за данни, резервиране и контрол на температурата.

Раковете в центровете за данни могат да помещават и устройства за сигурност като мрежови видеорекордери (NVR) за наблюдение, системи за контрол на достъпа и други. Предимствата от разполагането на уреди за сигурност в рак са консолидирана инфраструктура за сигурност и опростена интеграция.

В центровете за данни се имплементират и ракове за тестване и лабораторни среди. Този тип шкафове се използват за поставяне на тестови сървъри, при тестване и лабораторни настройки, както и за тестово мрежово и експериментално оборудване. Предимства от поставянето на тестова апаратура в ракове се свежда до организирани, контролирани тестови среди със стандартизирани конфигурации.

В центровете за данни съществуват и ракове за колокация на оборудване. Доставчиците на услуги за колокация предлагат пространство в шкафовете на множество клиенти за хостване на тяхното оборудване в споделени центрове за данни. Предимствата за помещаване на оборудване в ракове за колокация водят до рентабилни, професионално управлявани услуги на центъра за данни с достъп до модерна инфраструктура.

Комуникационните и сървърните ракове са основополагащи елементи в дизайна на центъра за данни, осигуряващи структура, организация и важна поддръжка за основното оборудване на центъра за данни. Правилно проектираните и поддържани шкафове допринасят за ефективни операции и надеждност на центъра за данни.

3. Захранване в център за данни

Центровете за данни разчитат на стабилна енергийна инфраструктура, за да обезпечат непрекъсната си работа и да осигурят електрическа енергия на различните видове апаратура и компоненти, ситуирани в центъра. Всеки център за данни притежава захранваща инфраструктура, която служи за захранване с електрическа енергия на всички електрически консуматори на територията му.

Тази инфраструктура включва редица важни компоненти и процеси, които могат да бъдат представени, както следва:

- Външен трансформатор или електрическа подстанция – Необходими са за свързване към електропреносната мрежа на енергийните оператори на територията на центъра за данни. Центровете за данни се свързват към местната електропреносна мрежа, за да получат основния си източник на електроенергия. Тази връзка е от решаващо значение за захранването на центъра за данни, за да е възможна нормална и безпроблемна работа.
- Резервни генератори – За да осигурят непрекъсната работа в случай на прекъсване на захранването или повреда в електропреносната мрежата, центровете за данни разполагат с автономно резервно захранване от допълнителни генератори. Тези генератори обикновено се захранват с дизелово гориво или природен газ и могат да осигуряват електричество за продължителен период от време.
- Непрекъсваеми токови захранвания (UPS) – Системите UPS се използват за осигуряване на временен източник на захранване през кратките секунди или минути, необходими на резервните генератори да стартират в случай на прекъсване на захранването. Те също така предпазват от колебания в мощността и пренапрежения.
- Блокове за разпределение на енергия (PDU) – Блоковете PDU са отговорни за разпределението на електрическа енергия към различни сървъри, мрежово оборудване и други устройства в центъра за данни. Те имат възможности и също да наблюдават и управляват консумацията на енергия.
- Статични трансферни превключватели (STS) – Устройствата от типа STS позволяват на центровете за данни да превключват между различни източници на захранване, било то към електропреносната мрежа или към автономен генератор, без прекъсване. Това гарантира непрекъснато захранване по време на преходи или поддръжка.

- Оборудване за регулиране на мощността – Стабилизаторите на мощност се използват за филтриране и стабилизиране на входящото захранване, като се гарантира, че то отговаря на изискваните спецификации и е без електрически шум или колебания.
- Системи за мониторинг и управление на захранването – Тези системи непрекъснато наблюдават потреблението на енергия, температурата и други критични показатели в центъра за данни. Те предоставят на операторите на центрове за данни информация за енергийната ефективност и спомагат за предотвратяване на проблеми, свързани със захранването [15].
- Батерийни системи – В допълнение към резервните генератори, централите за данни често разполагат с големи батерийни банки, които могат да осигурят захранване по време на кратки прекъсвания или докато генераторите заработят.
- Контрол на околната среда – Ефективното охлаждане и системите за отопление, вентилация и климатизация (HVAC) са от решаващо значение за поддържането на оптимални нива на температура и влажност в центъра за данни. Тези системи също играят роля в управлението на захранването, тъй като охлаждането може да представлява значителна част от потреблението на енергия в центъра за данни.
- Резервиране на захранване – Голяма част от централите за данни прилагат N+1 или 2N резервиране за тяхната енергийна инфраструктура. Това означава, че имат дублирани или дори отроени системи за захранване, за да подосигурят резервираност и надеждност. Ако една система се повреди, резервното копие може да поеме безпроблемно работата ѝ.
- Мерки за енергийна ефективност – За да намалят въздействието си върху околната среда и оперативните разходи, централите за данни внедряват енергийно ефективни технологии като ограничаване на топъл/студен коридор, усъвършенствани техники за охлаждане като „свободно“ охлаждане и виртуализация.
- Интегриране на възобновяема енергия – Редица центрове за данни интегрират възобновяеми енергийни източници, като слънчеви панели, ветърни турбини или водно-електрически централи (ВЕЦ) в енергийната си инфраструктура, за да намалят зависимостта си от невъзобновяеми енергийни източници.

3.1. Външен трансформатор или електрическа подстанция

Външният трансформатор или електрическата подстанция е съществен компонент в енергийната инфраструктура на центъра за данни, отговорен за трансформирането на електричеството с високо напрежение от електропреносната мрежа във форма, подходяща за разпространение в центъра за данни. Тази трансформация намалява напрежението до ниво (например от 113 kV до 480 V), което може безопасно да се използва от вътрешните системи на центъра за данни. [11]

Компонентите на електрическата подстанция могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Трансформатор – Централният компонент на електрическата подстанция е самият трансформатор. Състои се от първична и вторична намотка с различен брой навивки за понижаване на напрежението. Трансформаторите могат да бъдат с маслено охлаждане или сух тип, в зависимост от специфичните изисквания и съображения за безопасност.
- Комутационна апаратура – Комутационната апаратура представлява набор от устройства, използвани за контрол, защита и изолиране на електрическо оборудване. Тя включва прекъсвачи, изключващи превключватели и защитни релета. Разпределителната уредба осигурява безопасна и надеждна работа на подстанцията и позволява ръчно или автоматично превключване между източниците на захранване.
- Отводители на пренапрежение и гръморазрядници – Защитите от пренапрежение се използват за защита на подстанцията и свързаното оборудване от пренапрежения и удари на мълнии. Те отклоняват излишното напрежение към земята, за да предотвратят повреда.
- Измервателни уреди и оборудване за наблюдение – Подстанциите са оборудвани с измервателни уреди и оборудване за наблюдение, за измерване на напрежение, ток и други електрически параметри. Тези данни са от съществено значение за наблюдение на изправността на подстанцията и за управление на потреблението на енергия.
- Система за заземяване – Здравата система за заземяване е от ключово значение за безопасността. Тя осигурява път за безопасно разсейване на токовете при повреди или мълнии в земята, защитавайки както оборудването, така и персонала от електрически опасности.
- Системи за защита и контрол – Тези системи включват защитни релета, които откриват и реагират на необичайни електрически условия, като

свърхток или късо съединение. Те инициират действия като отваряне на прекъсвачи, за да изолират повреди и да предотвратят щети.

Електрическата подстанция има следната функционалност:

- Трансформация на напрежението – Основната функция на подстанцията е да трансформира електричеството с високо напрежение, получено от електропреносната мрежа на комуналния оператор, в ниво с по-ниско напрежение, подходящо за разпределение в центъра за данни. Това намаляване на напрежението гарантира, че захранването може безопасно да се използва от вътрешното оборудване на центъра за данни.
- Изолация – Подстанциите осигуряват изолация между електропреносната мрежа и вътрешните електроразпределителни системи на центъра за данни. Тази изолация спомага за защита на центъра за данни от смущения в мрежата, пренапрежения и повреди.
- Разпределение – Подстанциите разпределят електричество към различни части на центъра за данни чрез захранващи линии и разпределителни панели. Това позволява на центъра за данни да доставя мощност към различни зони и оборудване според нуждите.
- Мониторинг и защита – Подстанцията непрекъснато следи електрическите параметри и ако открие необичайни условия, активира системи за защита, за да изолира повреди и да предотврати увреждане на оборудването на центъра за данни.
- Излишък – Много центрове за данни имат резервни подстанции, за да осигурят непрекъснатост на захранването и резервираност. Ако една подстанция се повреди или бъде подложена на профилактика и поддръжка, другата може да поеме безпроблемно работата ѝ, за да се избегне прекъсване.

Електрическата подстанция е критична връзка в енергийната инфраструктура на центъра за данни, отговорна за трансформирането на захранването с високо напрежение в безопасна и използвана форма, разпределянето на мощността в съоръжението и осигуряването на защита и наблюдение, за да се гарантира надеждно и непрекъснато захранване на чувствителното оборудване на центъра за данни.

3.2. Резервни генератори

Резервните генератори са важен компонент от енергийната инфраструктура на центъра за данни, осигурявайки надежден източник на електрическа енергия по време на прекъсвания или повреди в електропреносната мрежа. Те осигуряват непрекъсната работа на оборудването на центъра за данни, когато основният източник на захранване е недостъпен.

Компонентите на резервните генератори могат да бъдат представени, както следва:

- Генераторни модули – Основният компонент на резервната генераторна система е самият генераторен модул. Тези единици могат да варират по размер и капацитет, от по-малки модули, подходящи за малки центрове за данни, до големи генератори в индустриален мащаб за по-големи съоръжения. Те обикновено се захранват с дизелово гориво, природен газ или понякога пропан.
- Системи за съхранение и доставка на гориво – Резервните генератори изискват постоянно снабдяване с гориво, за да могат да работят. Центровете за данни разполагат с резервоари за съхранение на гориво на място, където е ситуиран центърът, които могат да задържат достатъчно гориво за захранване на генераторите за продължителен период от време. Системите за подаване на гориво гарантират, че генераторите имат непрекъснато снабдяване с гориво.
- Двигател – Двигателят на генератора е отговорен за преобразуването на енергията от гориво в електричество. Тези двигатели са проектирани да стартират бързо и да работят ефективно, когато е необходимо.
- Охлаждащи и изпускателни системи – Резервните генератори генерират значително количество топлина по време на работа. Охлаждащите системи, като радиатори и вентилатори, спомагат за регулиране на температурата на генератора. Изпускателните системи отстраняват вредните газове, образувани по време на горенето.
- Превключвател за автоматично прехвърляне (ATS) – Превключвателят ATS е важен компонент, който следи електрозахранването от мрежата. Когато открие прекъсване или отечки, той автоматично превключва електрическия товар на центъра за данни от електропреносната мрежа към резервния генератор. Когато захранването се възстанови, ATS превключва товара обратно към мрежата.
- Системи за контрол и мониторинг – Резервните генератори са оборудвани със системи за контрол и мониторинг, които позволяват на операторите да стартират, спират и наблюдават работата им от разстояние.

Тези системи също предоставят данни за нивата на горивото, здравето на двигателя и други важни параметри.

Функциите на резервните генератори могат да бъдат систематизирани, както следва:

- **Захранване по време на прекъсвания** – Основната функция на резервните генератори е да осигуряват електрическа енергия по време на прекъсвания, като обезпечат, че чувствителните системи и оборудване на центъра за данни продължават да работят безпроблемно.
- **Поддръжка на натоварване** – Резервните генератори са проектирани да поддържат целия електрически товар на центъра за данни, включително сървъри, охладителни системи, осветление и друга критична инфраструктура. Това гарантира, че няма прекъсване на работата на центъра за данни.
- **Автоматично активиране** – Резервните генератори са конфигурирани да стартират автоматично, когато ATS открие загуба на захранване от мрежата. Тази бърза реакция е от решаващо значение за минимизиране на времето за престой на центъра за данни.
- **Тестване и поддръжка** – Операторите на центрове за данни редовно тестват и поддържат резервни генератори, за да гарантират, че са готови за използване, когато е необходимо. Това включва периодични тестове за натоварване и инспекции.
- **Управление на горивото** – Центровете за данни поддържат система за управление на горивото, за да осигурят адекватно и непрекъснато снабдяване с гориво на генераторите. Това включва контрол и мониторинг на качеството на горивото.
- **Резервиране** – Някои центрове за данни разполагат множество допълнителни генератори, за да осигурят резервиране. Ако един генератор изпитва проблеми или изисква поддръжка, други могат да поемат работата му, за да поддържат непрекъснатостта на захранването в центъра за данни.

Резервните генератори са жизненоважен компонент от енергийната инфраструктура на центъра за данни, осигурявайки надежден източник на захранване за защита срещу неочаквани прекъсвания на захранването. Те играят решаваща роля в осигуряването на надеждността и достъпността на критичните операции на центъра за данни.

3.3. Блокове PDU за разпределение на енергия

Блоковете PDU [4] за разпределение на енергия са основни компоненти на енергийната инфраструктура на центъра за данни, отговорни за разпределението на електрическа енергия към различни сървъри, мрежово оборудване и други устройства в центъра за данни. Те играят решаваща роля в управлението и контрола на потока на електроенергия, за да потвърдят, че тя достига до правилното оборудване ефективно и безопасно.

Блоковете PDU за разпределение на енергия могат да бъдат представени чрез техните основни компоненти, както следва:

- Входна захранваща връзка – Блокът PDU обикновено се свързва към източник на захранване, като външен трансформатор, чрез входна захранваща връзка. Тази връзка може да бъде чрез захранващи кабели или шини, в зависимост от дизайна и капацитета на устройството PDU.
- Изходни гнезда – Блоковете PDU са оборудвани с множество изходни гнезда, които са електрическите контакти, в които са включени сървъри, маршрутизатори и друго оборудване. Тези гнезда могат да варират по вид и стандарт, включително NEMA, IEC или персонализирани съединители, за да поемат различно оборудване.
- Прекъсвачи – Блоковете PDU често включват прекъсвачи или предпазители за защита срещу свръхток и късо съединение. Тези прекъсвачи могат да бъдат индивидуално или групово контролирани, за да изолират специфични секции от PDU.
- Интерфейс за наблюдение и управление – Много съвременни PDU се предлагат с вградени възможности за наблюдение и контрол. Този интерфейс позволява на операторите на центрове за данни да наблюдават дистанционно потреблението на енергия, напрежението, тока и други електрически параметри. Някои PDU устройства също така поддържат дистанционно захранване или освобождаване от натоварване, което позволява ефективно управление на захранването.
- Сензори за околната среда – Някои PDU са оборудвани със сензори за околната среда, като сензори за температура и влажност. Тези сензори спомагат на операторите на центрове за данни да наблюдават условията в центъра за данни и да правят корекции, ако е необходимо.
- Излишък – За да осигурят наличност на захранване, някои центрове за данни внедряват PDU устройства в излишък. Всички тези PDU могат да работят паралелно и ако едното се повреди или изисква поддръжка, другите могат да продължат да разпределят захранването към свързаното оборудване.

Блоковете PDU за разпределение на енергия имат богата функционалност, както следва:

- Разпределение на мощността – Основната функция на PDU е да разпределя електрическа енергия от входния източник към изходните гнезда, където след това се свързват сървъри, комутатори, устройства за съхранение и друго оборудване. Устройството PDU гарантира, че мощността е равномерно и безопасно разпределена.
- Балансиране на натоварването – Блоковете PDU спомагат за балансирането на електрическия товар в различни вериги и фази, за да се предотврати претоварване и да се осигури ефективно използване на енергийните ресурси.
- Отдалечено наблюдение – Много PDU осигуряват наблюдение в реално време на електрическите параметри, което позволява на операторите на центрове за данни да проследяват консумацията на енергия и да откриват всякакви аномалии или проблеми.
- Мониторинг на околната среда – Някои PDU включват сензори за околната среда за наблюдение на нивата на температура и влажност в центъра за данни. Тази информация е от съществено значение за поддържане на оптимални работни условия.
- Енергийна ефективност – Блоковете PDU е възможно да играят роля за подобряване на енергийната ефективност [15] чрез предоставяне на данни за потреблението на енергия. Операторите на центрове за данни могат да използват тази информация, за да оптимизират своите стратегии за разпределение на електроенергия и да намалят загубата на енергия.
- Откриване и докладване на неизправности – Усъвършенстваните PDU могат да откриват електрически неизправности, като състояния на свръхток или недостатъчен ток и да докладват тези проблеми на системата за наблюдение за незабавно действие.
- Дистанционно управление – Някои PDU позволяват дистанционно управление на отделни изходи или групи от изходи. Тази функция дава възможност на операторите на центрове за данни дистанционно да включват захранването или да изключват конкретно оборудване, подобрявайки управлението на захранването и възможностите за отстраняване на неизправности.

В обобщение блоковете PDU за разпределение на енергия са основни компоненти в енергийната инфраструктура на центъра за данни. Те

потвърждават, че електрическата енергия се разпределя безопасно, ефективно и интелигентно към различните устройства в центъра за данни. Съвременните PDU често идват с разширени функции за наблюдение и контрол, които допринасят за подобрена енергийна ефективност и надеждност в операциите на центровете за данни.

3.4. Статични STS трансферни превключватели

Статичните трансферни превключватели (STS) са ключови компоненти в захранващите системи на центрове за данни, предназначени да осигурят непрекъснато и безпроблемно захранване на чувствително оборудване чрез автоматично прехвърляне на товара между два отделни източника на захранване. Устройствата STS са жизненоважни за поддържане на време за работа и резервиране в операциите на центъра за данни.

Компонентите на статичните STS трансферни превключватели могат да бъдат представени, както следва:

- Два входни източника – Модулите STS имат връзки към два отделни източника на захранване, обикновено основното електрозахранване (източник А) и захранването на резервния генератор (източник В). Тези източници могат да бъдат свързани към STS чрез прекъсвачи или други средства.
- Трансферни превключватели – Сърцето на STS са неговите трансферни превключватели. Това са електронни превключватели в солидно състояние, които могат бързо и плавно да превключват захранването от един източник към друг без прекъсване. Модулите STS имат два превключвателя за прехвърляне – по един за всеки източник на захранване.
- Контролна логика – Превключвателите STS съдържат усъвършенствана контролна логика и микропроцесори, които непрекъснато наблюдават входните източници на енергия. Те вземат автоматични решения въз основа на входни параметри като напрежение, честота и фазова синхронизация.
- Потребителски интерфейс – Много STS модули идват с потребителски интерфейс, който позволява на операторите на центрове за данни да конфигурират и наблюдават работата на STS. Операторите също така могат ръчно да инициират прехвърляния или да конфигурират предпочитания за избор на източник на захранване.
- Индикатори за състояние – Устройствата STS обикновено имат индикатори за състояние и аларми, за да осигурят обратна връзка в реално

време за състоянието на устройството, включително източника на захранване, който се използва в момента и всички открити аларми или проблеми.

Функциите на статичните STS трансферни превключватели могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Автоматичен избор на източник – Основната функция на STS е автоматично да избира най-добрия наличен източник на захранване, независимо дали е захранване от мрежата или резервно захранване от генератор. Той непрекъснато следи двата източника за напрежение, честота и фазови отклонения.
- Безпроблемно прехвърляне – Когато STS открие проблем с активния източник на захранване (напр. прекъсване на електрозахранването или нестабилност), той бързо превключва към алтернативния източник без никакво прекъсване на свързания товар. Това гарантира непрекъснато захранване на критично оборудване.
- Балансиране на натоварването – Някои усъвършенствани STS устройства могат да извършват балансиране на натоварването между двата източника на захранване, като гарантират, че натоварването е равномерно разпределено и предотвратяват състояния на претоварване.
- Резервиране – Модулите STS често се разполагат с резервиране, за да осигурят допълнителен слой на надеждност. Тези STS модули могат да бъдат конфигурирани да работят в конфигурация N+1, където едното устройство служи като резервно копие на другото.
- Дистанционно наблюдение и контрол – Устройствата STS често поддържат дистанционно наблюдение и контрол чрез мрежови интерфейси. Това позволява на операторите на центрове за данни да наблюдават състоянието на STS и да инициират ръчни прехвърляния, ако е необходимо.
- Откриване и докладване на неизправности – Модулите STS могат да откриват неизправности в източниците на захранване и да докладват тези проблеми на системата за наблюдение за незабавни действия. Това включва проблеми като спадове на напрежението, фазови дисбаланси и други.
- Байпас за поддръжка – Някои STS модули включват функция за байпас за поддръжка, която позволява ръчен байпас на STS за поддръжка или ремонт, без да се прекъсва захранването на товара.

Превключвателите за статично прехвърляне са жизненоважни компоненти на енергийните инфраструктури на центъра за данни, осигуряващи

автоматичен и безпроблемен избор на източник на захранване, за да се гарантира непрекъсната и надеждна работа на оборудването в центъра. Те играят критична роля за постигане на високи нива на достъпност и резервиране в операциите на центровете за данни.

Всички тези компоненти работят във взаимодействие, за да обезпечат, че един център за данни може да доставя надеждно и непрекъснато захранване на своето чувствително ИТ оборудване, поддържайки непрекъснатата работа на сървъри, мрежово оборудване и системи за съхранение на данни.

3.5. Оборудване за регулиране на захранването

Оборудването за регулиране на захранването е от съществено значение за поддържане на качеството и стабилността на електрическата енергия в центъра за данни. То служи за филтриране, регулиране и кондициониране на входящото захранване, като гарантира, че то отговаря на изискваните спецификации и е без електрически шум или колебания. [12]

Компонентите на оборудването за регулиране на захранването могат да бъдат представени, както следва:

- **Регулатори на напрежение** – Регулаторите на напрежение са устройства, които автоматично регулират входящото напрежение, за да го поддържат в рамките на определен диапазон. Те могат да повишат или намалят напрежението, ако е необходимо, за да гарантират, че то остава стабилно и в приемливи граници.
- **Супресори за пренапрежение** – Супресорите за пренапрежение или предпазителите от пренапрежение са предназначени да предпазват свързаното оборудване от пикове на напрежението и преходни електрически смущения. Те отклоняват излишното напрежение към земята, за да предотвратят повреда.
- **Мрежови филтри** – Мрежовите филтри се използват за премахване на електрически шум и смущения от захранването. Те спомагат да се потвърди, че чисто и стабилно захранване достига до свързаното оборудване.
- **Изолационни трансформатори** – Изолационните трансформатори електрически изолират свързаното оборудване от външното захранване. Те могат също така да спомогнат за намаляване на шума в общ режим и дисбаланса на напрежението.
- **Честотни преобразуватели** – Честотните преобразуватели се използват в ситуации, при които входящата честота на електрозахранването се различава от необходимата честота за оборудването на центъра

за данни. Те преобразуват честотата, за да отговарят на нуждите на оборудването.

- Оборудване за корекция на фактора на мощността (PFC) – Оборудването на PFC се използва за подобряване на фактора на мощността на натоварването на центъра за данни. То гарантира, че енергията, извлечена от мрежата, се използва ефективно, като намалява реактивната мощност и минимизира разходите за комунални услуги.

Функциите на оборудването за регулиране на захранването могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Регулиране на напрежението – Оборудването за регулиране на мощността спомага за регулиране на напрежението, за да го поддържа в рамките на определени толеранси. Това е критично, за да се гарантира, че чувствителното електронно оборудване работи надеждно и няма проблеми, свързани с напрежението.
- Защита от пренапрежение – Супресорите на пренапрежение предпазват от пикове на напрежението, причинени от мълнии, превключващи събития или други преходни смущения. Те отклоняват излишното напрежение, за да защитят свързаните устройства.
- Филтриране на шума – Мрежовите филтри премахват електрическия шум и смущенията от захранването. Това спомага да се предотврати въздействието на електромагнитни смущения (EMI) и радиочестотни смущения (RFI) върху чувствително оборудване.
- Изолация – Изолационните трансформатори електрически изолират оборудването от външни смущения, осигурявайки допълнителен слой защита срещу пикове на напрежението и електрически шум.
- Преобразуване на честота – В случаите, когато електрозахранването има различна честота от изискваната от оборудването на центъра за данни, честотните преобразуватели коригират честотата, за да съответстват на спецификациите на оборудването.
- Подобро качество на захранването – Оборудването за регулиране на захранването допринася за по-добро цялостно качество на захранването чрез намаляване на хармониците, коригиране на фактора на мощността и поддържане на чисто и стабилно захранване.
- Енергийна ефективност – Чрез оптимизиране на напрежението и фактора на мощността оборудването за регулиране на мощността може да доведе до повишена енергийна ефективност и намалено потребление на енергия, което води до спестяване на разходи.

- **Защита на оборудването** – В крайна сметка основната функция на оборудването за регулиране на захранването е да защитава чувствителното и критично оборудване на центъра за данни от проблеми, свързани със захранването. Това удължава живота на оборудването и намалява риска от неочакван престой.

В обобщение оборудването за кондициониране на захранването играе жизненоважна роля в енергийната инфраструктура на центъра за данни, като гарантира, че входящото захранване е с високо качество, стабилно и без смущения, които биха могли да навредят на чувствително оборудване. То допринася за защитата на оборудването, енергийната ефективност и цялостната надеждност на операциите на центъра за данни.

3.6. Системи за мониторинг и управление на мощността

Системите за мониторинг и управление на захранването (PMMS) са неразделни компоненти на модерната инфраструктура на центрове за данни. Те осигуряват наблюдение, контрол и анализ в реално време на потреблението на енергия и електрическите параметри, като спомагат на операторите на центрове за данни да оптимизират енергийната ефективност, да осигурят надеждни дейности и да вземат информирани решения относно разпределението на енергията.

Компонентите на системите за мониторинг и управление на захранването могат да бъдат систематизирани, както следва:

- **Сензори и измервателни уреди** – Системите PMMS разчитат на мрежа от сензори и измервателни уреди, разположени стратегически в центъра за данни, за да наблюдават различни електрически параметри. Тези сензори измерват напрежение, ток, фактор на мощността, консумация на енергия и други съществени данни.
- **Хардуер за събиране на данни** – Хардуерът за събиране на данни натрупва данни от сензори и измервателни уреди и ги прехвърля към централната система за наблюдение. Този хардуер включва регистратори на данни, отдалечени терминални устройства (RTU) или интелигентни измервателни уреди.
- **Софтуер за мониторинг** – Централният компонент на PMMS е софтуер за мониторинг, който обработва и показва данни в реално време. Този софтуер най-често предоставя графичен потребителски интерфейс (GUI) за визуализация на данни, анализ на тенденции и история на отчитане.

- Комуникационна инфраструктура – Центровете за данни използват комуникационна инфраструктура, като например етернет мрежи, за свързване на сензори, измервателни уреди и хардуер за събиране на данни към софтуера за наблюдение. Някои системи могат да използват безжична комуникация за гъвкавост и лекота на внедряване.
- Аларми и известия – Системата PMMS включва структури за предупреждение и известяване, които задействат аларми или изпращат известия (чрез имейл, SMS или други средства), когато бъдат открити предварително зададени прагове или аномалии. Тези сигнали спомагат на администраторите да реагират своевременно на потенциални проблеми.
- Контролни интерфейси – Някои PMMS системи предлагат контролни интерфейси, които позволяват на администраторите да управляват дистанционно оборудване за разпределение на енергия, като PDU и статични превключватели, директно от софтуера за наблюдение.
- Инструменти за отчитане и анализ – Системата PMMS обикновено предоставя инструменти за отчитане и анализ, които позволяват на администраторите да генерират история на отчети, да извършват енергийни одити и да идентифицират тенденции в потреблението на енергия. Тези инструменти спомагат за оптимизиране на енергийната ефективност и планиране на капацитета.

Функциите на системите за мониторинг и управление на захранването могат да бъдат представени, както следва:

- Наблюдение в реално време – Системата PMMS непрекъснато следи електрически параметри, като напрежение, ток и качество на захранването, в реално време. Това осигурява цялостен поглед върху енергийната инфраструктура на центъра за данни.
- Проследяване на потреблението на енергия – Системата PMMS проследява и записва данни за потреблението на енергия, като спомага на операторите на центрове за данни да разберат моделите на използване и да идентифицират области за спестяване на енергия.
- Планиране на капацитет – Чрез анализиране на история на данни и тенденции, системата PMMS подпомага планирането на капацитета, като съдейства на операторите да определят кога е необходима допълнителна енергийна инфраструктура за субсидиране на развитието на центъра за данни.
- Анализ на качеството на захранването – Системата PMMS идентифицира проблеми с качеството на захранването, като спадове на напрежение-

то, хармоници и преходни смущения. Тази информация е от съществено значение за поддържане на изправността на оборудването на центъра за данни.

- Оптимизация на енергийната ефективност – Системата PMMS спомага за оптимизиране на енергийната ефективност чрез идентифициране на неефективност, дисбаланси на натоварването и възможности за намаляване на натоварването или преместване на натоварването, за да се намалят разходите за електроенергия.
- Откриване на неизправности и реакция – Системата PMMS открива и предупреждава администраторите за неизправности или аномалии в енергийната инфраструктура, което позволява бърза реакция и превантивна поддръжка.
- Дистанционно управление – В някои случаи PMMS предлага възможности за дистанционно управление на електроразпределително оборудване, което позволява на администраторите да извършват действия като дистанционно захранване или намаляване на натоварването за подобрена ефективност и излишък.
- Докладване и съответствие – Системата PMMS генерира подробни отчети за потреблението на енергия, условията на околната среда и съответствието с индустриалните стандарти, което може да бъде от съществено значение за съответствие с нормативните изисквания и изисквания за докладване.
- Оптимизация на центъра за данни – Чрез предоставяне на информация за консумацията на енергия и здравето на системата, PMMS допринася за цялостната оптимизация на операциите на центъра за данни, намалявайки оперативните разходи и минимизирайки рисковете от прекъсване.

Системите за мониторинг и управление на захранването са незаменими инструменти за операторите на центрове за данни, осигуряващи информация в реално време за ефективността на енергийната инфраструктура, оптимизиране на енергийната ефективност, повишаване на надеждността и улесняване на информираното вземане на решения, за да се допринесе за ефективна и надеждна работа на центъра за данни.

3.7. Батерийни системи

Батерийните системи са критична част от енергийната инфраструктура на центъра за данни, осигурявайки краткосрочно резервно хранване по време на кратки прекъсвания или докато резервните генератори заработят. Те осигуряват непрекъснатост на операциите, позволявайки на операторите на центрове за данни да изключат елегантно оборудването или да поддържат непрекъснато хранване на осезаеми товари.

Компонентите на батерийните системи могат да бъдат представени, както следва:

- Батерийни масиви – Батерийните системи се състоят от масиви от акумулаторни батерии. Типът на използваните батерии може да варира, но най-често включва регулирани с клапани оловно-киселинни батерии (VRLA), литиево-йонни батерии или други подходящи типове. Тези батерии обикновено се поддръжат в ракове или стелажи.
- Система за управление на батерията (BMS) – Системата BMS е отговорна за наблюдението и управлението на състоянието на всяка батерия или модул в рамките на масива. Тя гарантира, че батериите са правилно заредени, балансирани и поддържани в рамките на техните определени работни параметри.
- Система за зареждане – Системата за зареждане осигурява средство за презареждане на батериите, когато не се използват. Може да се състои от токоизправители, които преобразуват променлив ток в постоянен ток за зареждане на батериите.
- Инвертори – Инверторите се използват за преобразуване на постоянно-токовото хранване, съхранявано в батериите, в променливо-токово хранване, когато е необходимо за хранване на оборудването на центъра за данни. Те осигуряват безпроблемен преход от мрежово хранване към хранване от батерията по време на прекъсвания.
- Ракове или стелажи – Батериите обикновено се поставят в шкафове, проектирани за оптимално използване на пространството и вентилация. Тези ракове също така спомагат за организирането и защитата на батериите.
- Интерфейс за наблюдение и контрол – Системите за батерии често включват интерфейс за наблюдение и контрол, който позволява на администраторите в центровете за данни да наблюдават състоянието на батериите, да получават предупреждения и да контролират операциите по зареждане и разреждане.

Функциите на батерийните системи могат да бъдат представени, както следва:

- Краткосрочно резервно захранване – Основната функция на акумулаторните системи е да осигуряват краткосрочно резервно захранване по време на кратки прекъсвания на електрозахранването или докато резервните генератори могат да стартират и поемат. Това спомага да се поддържа непрекъснатостта на операциите на центъра за данни.
- Регулиране на напрежението – Батериите е възможно да служат и като източник на регулиране на напрежението. Те могат да осигурят допълнителна мощност по време на пропадане или повишаване на напрежението, като спомагат за поддържане на оборудването в приемливи диапазони на напрежение.
- Намаляване на натоварването – В някои ситуации акумулаторните системи могат да бъдат програмирани да освобождават селективно некритични товари по време на продължителни прекъсвания, като се гарантира, че основното оборудване остава захранвано.
- Елегантно изключване – Батерийните системи осигуряват необходимото време за операторите на центровете за данни да инициират елегантно изключване на сървъри и друго съществено оборудване, ако се очаква прекъсването да бъде продължително.
- Мост към захранването на генератора – Батерийните системи преодоляват празнината между прекъсване на захранването и стартирането на резервни генератори. Те гарантират, че критичните товари остават захранвани по време на този преход.
- Излишък – За да подобрят надеждността, центровете за данни е възможно да разположат резервни батерийни системи. Тези системи могат да поемат управлението в случай на повреда в първичната батерийна системата.
- Непрекъснато наблюдение – Системите за управление на батериите непрекъснато наблюдават здравето и състоянието на отделните батерийни клетки или модули. Те откриват и докладват проблеми като разграждане на клетките или температурни аномалии.
- Сигнали за поддръжка – Системите за батерии могат да генерират предупреждения за поддръжка, когато батериите се нуждаят от подмяна или профилактика. Този проактивен подход спомага за предотвратяване на неочаквани повреди.
- Тестване на натоварването – Периодичното тестване на натоварването на батерийните системи гарантира, че те могат да доставят необходи-

мата мощност по време на прекъсване. Това тестване обикновено се извършва, за да се потвърди готовността на акумулаторната система.

В обобщение батерийните системи са от ключово значение за поддържане на непрекъснато захранване в центровете за данни, особено по време на кратки прекъсвания на електрозахранването или докато резервните генератори започнат да работят. Те служат като надежден източник на резервно захранване, предлагат възможности за регулиране на напрежението и допринасят за цялостната надеждност и достъпност на операциите на центъра за данни.

3.8. Контрол на околната среда

Контролът на околната среда в центъра за данни представляват системи и оборудване, предназначени да поддържат оптимална температура, влажност и условия за качество на въздуха в съоръжението. Тези контроли са от съществено значение за осигуряване на надеждна и ефективна работа на оборудването на центъра за данни.

Компонентите на системите за контрол на околната среда могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Системи за отопление, вентилация и климатизация (HVAC) – ОВК системите HVAC отговарят за регулирането на нивата на температура и влажност. Те се състоят от компоненти като въздухообработващи устройства, охладителни агрегати, чилъри и кондензатори.
- Прецизни климатични модули (PAC) – Това са специализирани охлаждащи модули, предназначени да поддържат прецизен контрол на температурата и влажността в среди на центрове за данни. Те често включват функции като ограничаване на топъл/студен коридор и вентилатори с променлива скорост.
- Овлажнители и изсушители – Тези устройства спомагат да се поддържа идеалното ниво на влажност в центъра за данни. Овлажнителите добавят влага, когато е необходимо, докато изсушителите премахват излишната влага.
- Въздушни филтри – Въздушните филтри се използват за премахване на прах, частици и замърсители от въздуха, като се гарантира, че чист въздух без частици циркулира през центъра за данни.
- Сензори за наблюдение на околната среда – Сензорите са разположени в центъра за данни, за да наблюдават температурата, влажността, ка-

чеството на въздуха и други условия на околната среда. Тези сензори предоставят данни в реално време на системите за управление.

- Системи за контрол – Системите за контрол на околната среда разчитат на контролни панели и софтуер за наблюдение на данните от сензорите и регулиране на HVAC оборудването, овлажнителите и изсушителите, за да поддържат оптимални условия.
- Системи за потушаване на пожар – Въпреки, че са предимно за пожарна безопасност, тези системи са тясно свързани с контрола върху околната среда, тъй като трябва да работят, без да причиняват неоправдани щети на средата на центъра за данни. Обичайните системи за гасене на пожар включват базирани на газ системи като FM-200 или системи на водна основа.
- Оборудване за управление на въздушния поток – Това включва компоненти като перфорирани подови плочки, системи за задържане на топъл/студен коридор и устройства за управление на въздушния поток на ниво рак за оптимизиране на потока от студен въздух към ИТ оборудването.
- Мерки за енергийна ефективност – Контролът на околната среда може да включва функции, предназначени за подобряване на енергийната ефективност, като економайзери, които използват външен въздух за охлаждане в по-хладен климат, за да намалят разходите за охлаждане.

Функционалността на системите за контрол на околната среда може да бъде представена, както следва:

- Контрол на температурата – Контролът на околната среда поддържа температурата на центъра за данни в определен диапазон, за да се предотврати прегряване на оборудването. Това е от решаващо значение за надеждността и продължителността на живота на оборудването.
- Контрол на влажността – Подходящите нива на влажност са от съществено значение за предотвратяване на натрупване на статично електричество, корозия и повреда на чувствителни компоненти. Контролът на околната среда поддържа влажността в препоръчителните нива.
- Качество на въздуха – Въздушните филтри и системите за наблюдение гарантират, че въздухът в центъра за данни е чист от прах и замърсители, които могат да повредят оборудването и да повлияят на качеството на въздуха за персонала.
- Ефективно охлаждане – Контролът на околната среда оптимизира стратегиите за охлаждане, за да гарантира, че хладният въздух се доставя

ефективно към оборудването, а горещият въздух се отстранява оптимално.

- Енергийна ефективност – Енергийно ефективните HVAC системи и стратегиите за управление на въздушния поток спомагат за намаляване на потреблението на енергия, понижавайки оперативните разходи и въздействието върху околната среда.
- Откриване на неизправности – Сензорите за наблюдение на околната среда откриват аномалии в температурата, влажността или качеството на въздуха, като задействат предупреждения и автоматични реакции за смекчаване на проблемите.
- Пожарна безопасност – Пожарогасителните системи са проектирани да гасят бързо пожари, като минимизират щетите на оборудването и средата на центъра за данни.
- Мащабируемост – Контролът на околната среда често се проектира с оглед на мащабируемостта, което позволява на центровете за данни да се адаптират към променящата се плътност на оборудването и изискванията за охлаждане.
- Непрекъснато наблюдение – Системите за контрол на околната среда непрекъснато наблюдават условията и могат да правят корекции в реално време, за да поддържат оптимални параметри на околната среда.

Контролът на околната среда в центровете за данни е от съществено значение за поддържането на правилните условия, необходими за надеждната и ефективна работа на ИТ оборудването. Те гарантират, че нивата на температура и влажност са в приемливи граници, качеството на въздуха се поддържа и че са въведени мерки за противопожарна безопасност за защита на оборудването и персонала. Освен това, тези системи често включват енергийно ефективни функции за намаляване на оперативните разходи и въздействието върху околната среда.

3.9. Мерки за енергийна ефективност

Мерките за енергийна ефективност [5] в центъра за данни са стратегии, технологии и практики, предназначени да намалят консумацията на електроенергия и да оптимизират използването на енергийни ресурси. Тези мерки са от съществено значение за минимизиране на оперативните разходи, намаляване на въздействието върху околната среда и осигуряване на устойчивост.

Компонентите на мерките за енергийна ефективност могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Технологии за виртуализация – Виртуализацията на сървъри позволява множество виртуални машини (VM) да работят на един физически сървър. Това консолидира сървърния хардуер, намалявайки броя на необходимите физически сървъри и свързаната с тях консумация на енергия.
- Високоэффективни сървъри – Модерните сървъри са проектирани да бъдат по-енергийно ефективни, с функции като режими за пестене на енергия, ефективни захранвания и модерни технологии за охлаждане.
- Усъвършенствани техники за охлаждане – Центровете за данни използват усъвършенствани техники за охлаждане, като ограничаване на горещи/студени коридори, охлаждащи модули в реда и свободно охлаждане, за да оптимизират ефективността на охлаждане и да намалят консумацията на енергия.
- Енергийно ефективно осветление – Използването на енергийно ефективни осветителни системи, като например LED осветление със сензори за движение, може значително да намали консумацията на енергия, свързана с осветлението.
- Консолидиране на сървъри – Чрез консолидиране на недостатъчно използвани сървъри или извеждане от експлоатация на по-стар хардуер, центровете за данни могат да намалят потреблението на енергия и изискванията за охлаждане.
- Софтуер за енергиен мениджмънт – Софтуерът за енергиен мениджмънт осигурява мониторинг и контрол в реално време на потреблението на енергия, като спомага на операторите на центрове за данни да идентифицират и адресират неефективността.
- Интегриране на възобновяема енергия – Центровете за данни могат да намалят въглеродния си отпечатък чрез интегриране на възобновяеми енергийни източници като слънчеви панели или вятърни турбини за частично или пълно захранване на своите операции.
- Оформление на горещ коридор/студен коридор – Разположението на сървърните ракове в топлите и студените коридори спомага за оптимизиране на въздушния поток и охлаждане, като потвърждава, че оборудването се поддържа на правилната температура с минимална енергия за охлаждане.
- Задвижвания с променлива скорост – Задвижванията с променлива скорост (VSD) контролират скоростта на вентилаторите и помпите в HVAC системите и друго оборудване, като ги регулират така, че да отговарят на текущите нужди от охлаждане или вентилация.

- Икономайзери – Икономайзерите използват външен въздух за охлаждане, когато температурата и нивата на влажност са благоприятни, намалявайки необходимостта от механични системи за охлаждане.

Целите на мерките за енергийна ефективност могат да бъдат представени, както следва:

- Намаляване на потреблението на енергия – Мерките за енергийна ефективност имат за цел да намалят общото потребление на енергия в центъра за данни, което може да доведе до значителни икономии на разходи.
- Оптимизирано охлаждане – Ефективните техники и технологии за охлаждане спомагат за поддържане на желаната температура, като същевременно минимизират енергията, необходима за охлаждане.
- Консолидация на сървъри – Виртуализацията и консолидацията на сървърите водят до намален брой физически сървъри, което води до по-ниски изисквания за захранване и охлаждане.
- Подобрена ефективност на оборудването – Енергийно ефективните сървъри и оборудване консумират по-малко електроенергия, спестявайки и намалявайки оперативните разходи.
- Намаляване на въздействието върху околната среда – Чрез намаляване на потреблението на енергия и внедряване на възобновяеми енергийни източници, центровете за данни могат да намалят въглеродния си отпечатък и въздействието върху околната среда.
- Спестяване на разходи – Подобрените мерки за енергийна ефективност пряко допринасят за по-ниски сметки за електроенергия и оперативни разходи за операторите на центрове за данни.
- Подобрена ефективност на охлаждане – Техники като задържане на топъл/студен коридор и оптимизиране на въздушния поток подобряват ефективността на охладителните системи, намалявайки енергията, необходима за охлаждане.
- Мащабируемост – Много мерки за енергийна ефективност са мащабируеми и могат да бъдат адаптирани, когато центровете за данни се разрастват и се променят с течение на времето.

В обобщение мерките за енергийна ефективност в центровете за данни са жизненоважни за оптимизиране на консумацията на енергия, намаляване на оперативните разходи и минимизиране на въздействието върху околната среда. Тези мерки обхващат различни технологии и прак-

тики, които имат за цел да направят операциите на центрите за данни по-устойчиви и икономически ефективни.

3.10. Интегриране на възобновяема енергия

Интегрирането на възобновяема енергия включва имплементирането на чисти и устойчиви енергийни източници в електрозахранването на центъра за данни, за да се намали зависимостта от изкопаеми горива и да се редуцира въглеродният отпечатък от операциите на центъра за данни. Този подход е в съответствие с целите за устойчивост и отговорността към околната среда.

Като компоненти на интегрирането на възобновяема енергия могат да бъдат представени, както следва:

- **Възобновяеми енергийни източници** – Основните компоненти са самите възобновяеми енергийни източници, които могат да включват соларни панели, вятърни турбини, водноелектрически генератори и системи за биомаса. Тези източници генерират електричество от устойчиви и екологично чисти ресурси.
- **Инвертори и кондициониране на мощността** – Инверторите се използват за преобразуване на постоянен ток (DC), генериран от възобновяеми източници (като слънчеви панели), в променлив ток (AC), който е съвместим с оборудването на центъра за данни. Оборудването за кондициониране на енергия гарантира качеството и надеждността на генерираната електроенергия.
- **Системи за съхранение на енергия** – Системите за съхранение на енергия, като батерии, могат да се използват за съхраняване на излишната енергия, генерирана от възобновяеми източници, за използване по време на периоди на ниско производство на възобновяема енергия или по време на прекъсване на захранването.
- **Свързване към мрежата** – Центровете за данни, интегриращи възобновяема енергия, често остават свързани с местната комунална мрежа. Това им позволява да черпят енергия от мрежата, когато възобновяемото производство е недостатъчно и да подават излишната възобновяема енергия обратно в мрежата, когато производството надвишава търсенето.
- **Системи за мониторинг и контрол** – Системите за мониторинг проследяват ефективността на възобновяемите енергийни източници, системите за съхранение на енергия и цялостния енергиен баланс. Системите за

контрол управляват потока на енергия, оптимизирайки използването на възобновяема енергия и електроенергия от мрежата, ако е необходимо.

Целите на интегрирането на възобновяема енергия могат да бъдат обособени, както следва:

- Генериране на чиста енергия – Основната функция на интегрирането на възобновяема енергия е генерирането на чиста електроенергия от възобновяеми източници като слънчева, вятърна или водна енергия.
- Намален въглероден отпечатък – Като разчитат на възобновяеми енергийни източници, центровете за данни могат значително да намалят своя въглероден отпечатък и емисиите на парникови газове, свързани с потреблението на електроенергия.
- Намаляване на енергийните разходи – Интегрирането на възобновяема енергия може да намали дългосрочните енергийни разходи чрез осигуряване на стабилен източник на енергия и потенциално намаляване на сметките за електричество.
- Енергийна независимост – Центровете за данни, които генерират своя собствена възобновяема енергия, стават по-малко зависими от външни източници на енергия и стабилност на мрежата, увеличавайки своята енергийна независимост.
- Поддръжка на мрежата – Някои центрове за данни могат да осигурят поддръжка на мрежата, като подават излишната възобновяема енергия обратно в мрежата по време на периоди на високо производство. Това може да спомогне за стабилизиране на мрежата и подкрепа на местните общности.
- Резервно хранване – В някои случаи възобновяемите енергийни източници, комбинирани със системи за съхранение на енергия, могат да служат като резервни източници на хранване, осигурявайки непрекъснатост на операциите по време на прекъсвания на електропреносната мрежата.
- Съответствие с екологичните разпоредби – Интегрирането на възобновяема енергия се привежда в съответствие с екологичните разпоредби и инициативите за устойчивост, като спомага на центровете за данни да отговорят на изискванията за съответствие.
- Дългосрочна устойчивост – Интеграцията на възобновяема енергия подкрепя дългосрочните цели за устойчивост и намалява въздействието върху околната среда от операциите на центровете за данни.
- Оптимизация на ефективността – Центровете за данни могат да използват системи за управление на енергията, за да оптимизират използването на възобновяема енергия и да минимизират загубата на енергия.

Интегрирането на възобновяема енергия в центрове за данни е устойчив и отговорен към околната среда подход относно генерирането на електроенергия. Той намалява зависимостта от изкопаеми горива, намалява въглеродните емисии и допринася за дългосрочните цели за устойчивост. Той също така предлага потенциални икономии на разходи и енергийна независимост, което го прави привлекателна опция за много оператори на центрове за данни.

В обобщение всички компоненти от енергозахранващата инфраструктура на центъра за данни работят във взаимодействие, осигурявайки му възможност да доставя надеждно и непрекъснато захранване на своето оборудване, поддържайки постоянната работа на сървъри, мрежови устройства и системи за съхранение на данни.

4. Охлаждане в център за данни

Центровете за данни разчитат на сложна инфраструктура за охлаждане [14], за да управляват топлината, генерирана от електрическите консуматори (сървъри, мрежово оборудване и други) и да поддържат оптимални работни температури. Тези системи за охлаждане са от съществено значение за осигуряване на надеждна работа на оборудването на центъра за данни.

Основните компоненти на инфраструктурата за охлаждане на център за данни могат да бъдат представени, както следва:

- Въздухообработващи устройства и охладителни модули – Това са модули за прецизно климатизиране (РАС). Тези блокове са специално проектирани за центрове за данни. Те осигуряват прецизен контрол на температурата и влажността за поддържане на оптимални условия в сървърните помещения. Модулите РАС често се поставят в непосредствена близост до сървърните ракове, за да се осигури ефективно охлаждане.
- Устройства за климатизация на компютърни зали (CRAC) [5] [14] – Устройствата CRAC се използват по-често в по-стари реализации на центрове за данни. Те са проектирани да охлаждат големи пространства в центрове за данни и могат да се справят с голям капацитет за охлаждане. Устройствата CRAC обикновено използват системи с охладена вода или хладилен агент за охлаждане.

- Охлаждащи модули в сървърен ред и отгоре – Тези охлаждащи модули се поставят директно в или над сървърните редове, осигурявайки локализирано охлаждане. Те често се използват в среда с висока плътност за ефективно охлаждане на горещи точки.
- Чилъри – Чилърите са част от охладителната система, отговорна за охлаждането на студената вода, използвана за охлаждане на центъра за данни. Те използват компресори и изпарители за отстраняване на топлината от водата.
- Охладителни кули – Охладителните кули разсейват топлината, погълнатата от охладената вода. Те използват изпарение за пренос на топлина в атмосферата, позволявайки на охладената вода да се върне в охладителите при по-ниска температура.

За правилно разпределение на охлаждането в центровете за данни се имплементират:

- Повдигнат под за достъп – Центровете за данни най-често използват повдигнати подове за разпределяне на хладен въздух. Перфорираните плочки в повдигнатия под позволяват на студения въздух да тече в сървърното помещение, докато горещият въздух се извежда през връщащи вентилационни отвори или горещи пътеки.
- Ограничаване на горещи/студени коридори – Решенията за ограничаване на горещи/студени коридори [14] включват именно затваряне на горещите или студени коридори в центъра за данни. Това минимизира смесването на горещ и студен въздух, като подобрява ефективността на охлаждане.

С цел надеждност и висока наличност в центровете за данни се разполагат допълнителни системи за резервиране и бекъп, както следва:

- Резервиране N+1 – Центровете за данни често използват N+1 резервиране в своите охладителни системи, което означава да имат едно допълнително устройство в случай на повреда. Например, ако имате три CRAC модула, N+1 резервирането ще включва наличието на четвърто устройство като резервно копие.
- Аварийно охлаждане – Решенията за резервно охлаждане, като аварийни вентилатори или преносими климатични модули, са от съществено значение в случай на повреда на основната охладителна система или прекъсване на захранването.

Като част от компонентите на инфраструктурата за охлаждане на центровете за данни се разполагат и системи за мониторинг и контрол [5]. Тези системи включват:

- Сензори за околната среда – Сензори, разположени в центъра за данни, наблюдават температурата, влажността и въздушния поток. Те предоставят данни в реално време на контролните системи за корекции.
- Системи за контрол – Системите за контрол регулират охлаждащото оборудване, скоростите на вентилаторите и други параметри въз основа на данните, събрани от сензори за околната среда, за да поддържат оптимални условия.

Като мерки за енергийна ефективност при инфраструктурата за охлаждане на центровете за данни се разполагат следните компоненти:

- Икономайзери – Икономайзерите използват външен въздух за охлаждане на центъра за данни, когато външните условия са благоприятни. Това намалява нуждата от механично охлаждане и пести енергия.
- Устройства за задвижвания с променлива скорост (VSD) – Устройствата VSD управляват скоростта на вентилаторите и помпите в охладителната система, като ги регулират така, че да отговарят на текущите изисквания за охлаждане.
- Ефективни стратегии за охлаждане – Центровете за данни прилагат ефективни стратегии за охлаждане като ограничаване на топъл/студен коридор и регулиране на зададената температура, за да минимизират консумацията на енергия.
- Оптимизация на охлаждането – В модерните центрове за данни се използват усъвършенствани системи за контрол и анализи за оптимизиране на охлаждащите операции, балансирайки нуждите от охлаждане с енергийната ефективност.

Охлаждащата инфраструктура на центъра за данни е сложна система, която включва различни компоненти и технологии за ефективно управление на топлината. Правилното охлаждане е от ключово значение за поддържане на надеждността на оборудването и осигуряване на непрекъсната работа на центъра за данни. Резервирането, наблюдението и енергийно ефективните мерки играят съществена роля в поддържането на стабилна и ефективна система за охлаждане.

4.1. Въздухообработващи устройства и охладителни модули

Въздухообработващите устройства и охладителните модули са ключови компоненти на системите за охлаждане на центровете за данни. Те отговарят за регулирането на температурата и влажността в сървърните стаи и пространствата на центровете. Тези системи играят основна роля в поддържането на оптимални работни условия за сървъри и мрежово оборудване.

Основните компоненти на въздухообработващите устройства и охладителните модули в център за данни могат да бъдат представени, както следва:

- Намотка на изпарителя – Намотката на изпарителя е топлообменник, който абсорбира топлината от въздуха в центъра за данни. Охлажда въздуха, докато преминава през намотката.
- Компресор – Компресорът е отговорен за компресирането на хладилния агент, повишавайки неговата температура и налягане. След това този горещ газ под високо налягане се изпраща към намотката на кондензатора.
- Кондензаторна намотка – Кондензаторната намотка разсейва топлината, като я прехвърля от хладилния агент към околния въздух или към воден контур, в зависимост от дизайна на охладителната система.
- Хладилен агент – Хладилният агент е течност за пренос на топлина, която циркулира между намотките на изпарителя и кондензатора. Той се променя от газ с ниско налягане към газ с високо налягане, тъй като абсорбира и отделя топлина.
- Разширителен вентил – Разширителният вентил намалява налягането и температурата на хладилния агент, подготвяйки го за бобината на изпарителя. Този процес позволява на хладилния агент да абсорбира топлината ефективно.
- Въздушни филтри – Климатизаторите обикновено имат въздушни филтри за отстраняване на прах и частици от входящия въздух, като гарантират, че чист въздух циркулира през центъра за данни.
- Издухвател или вентилатор – Издухвател или вентилатор движи въздуха над намотката на изпарителя, улеснявайки процеса на топлообмен. Вентилаторите с променлива скорост често се използват за контролиране на скоростта на въздушния поток.
- Системи за овлажняване/изсушаване – Някои вентилатори имат вградени овлажнители и изсушители за контролиране на нивата на влажност в центъра за данни.

- Система за контрол – Съвременните климатични апарати са оборудвани с модерни системи за контрол, които следят температурата, влажността и други параметри на околната среда. Тези системи регулират работата на охлаждащия агрегат, за да поддържат оптимални условия.

Функциите на въздухообработващите устройства и охладителните модули в център за данни могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Контрол на температурата – Основната функция на въздухообработващите и охладителните агрегати е да контролират температурата в центъра за данни. Те премахват топлината от въздуха, за да поддържат желан температурен диапазон за оборудването на центъра за данни.
- Контрол на влажността – Климатизаторите могат също да контролират нивата на влажност в центъра за данни. Те добавят или премахват влага, ако е необходимо, за да поддържат оптимална относителна влажност за сървъри и мрежово оборудване.
- Филтриране на въздуха – Климатизаторите използват филтри за отстраняване на частици и замърсители от входящия въздух. Това допринася чист въздух да циркулира през центъра за данни, предотвратявайки натрупването на прах върху оборудването.
- Циркулация на въздуха – Издухвателите или вентилаторите във въздухообработващите устройства улесняват циркулацията на охладен въздух, осигурявайки равномерно разпределение на температурата в пространството на центъра за данни.
- Енергийна ефективност – Много модерни климатици са оборудвани с енергийно ефективни функции, като вентилатори с променлива скорост и економайзери, за оптимизиране на ефективността на охлаждане и намаляване на консумацията на енергия.
- Излишък – Центровете за данни често включват резервиране в своите охладителни системи, включително резервни въздуховоди, за да осигурят непрекъснато охлаждане в случай на повреда на оборудването.
- Мониторинг и контрол – Усъвършенстваните системи за контрол непрекъснато следят нивата на температурата и влажността, като регулират работата на въздуховода, за да поддържат оптимални условия. Те също така предоставят данни в реално време за анализ и отстраняване на проблеми.
- Интегриране с охладителни системи – Въздухообработващите устройства могат да работят заедно с други охладителни системи в центрове за данни, като системи с охладена вода или охладителни системи с директно разширение (DX), за да осигурят ефективно и надеждно охлаждане.

В обобщение въздухообработващите устройства и охладителните модули са основни компоненти на системите за охлаждане на централите за данни. Те са отговорни за регулирането на температурата и влажността, осигуряването на качеството на въздуха и оптимизирането на ефективността на охлаждане, за да се поддържат идеалните условия за оборудването на центъра за данни. Усъвършенстваните системи за управление и енергийно ефективни функции са неразделна част от тяхната работа, като допринасят за цялостната ефективност и надеждност на охлаждането в центъра за данни.

4.2 Устройства CRAC за климатизация на компютърна зала

Устройствата CRAC са специализирани охладителни системи, предназначени за охлаждане на по-големи пространства в центрове за данни. Те играят важна роля за поддържане на температурата и влажността в сървърните стаи и съоръженията на централите за данни.

Основните компоненти на устройствата за климатизация на компютърна зала в център за данни могат да бъдат представени, както следва:

- Изпарителна намотка – Подобно на въздуховодите, модулите CRAC имат изпарителна намотка, която охлажда въздуха, докато преминава през намотката. Тази бобина абсорбира топлината от средата на центъра за данни.
- Компресор – Компресорът в CRAC модул е отговорен за компресирането на хладилния агент, повишаване на неговата температура и налягане. След това този горещ газ под високо налягане се изпраща към бобината на кондензатора.
- Кондензаторна бобина – Кондензаторната бобина разсейва топлината, като я прехвърля от хладилния агент към околния въздух или към воден контур, в зависимост от дизайна на модула CRAC.
- Хладилен агент – Хладилният агент се използва в модулите CRAC за улесняване на процеса на топлообмен. Той се променя от газ с ниско налягане към газ с високо налягане, тъй като абсорбира и отделя топлина.
- Разширителен вентил – Разширителният вентил намалява налягането и температурата на хладилния агент, подготвяйки го за бобината на изпарителя. Този процес позволява на хладилния агент да абсорбира топлината ефективно.
- Въздушни филтри – Устройствата CRAC включват въздушни филтри за отстраняване на частици и замърсители от входящия въздух, като осигуряват циркулация на чист въздух в центъра за данни.

- Вентилатори – Вентилаторите в модулите CRAC циркулират охладен въздух в пространството на центъра за данни. Тези вентилатори могат да бъдат с променлива скорост, за да контролират скоростта на въздушния поток.
- Системи за овлажняване/изсушаване – Някои CRAC устройства са оборудвани с овлажнители и изсушители за контрол на нивата на влажност в центъра за данни.
- Система за контрол – Системите за контрол са неразделна част от модулите CRAC, като наблюдават температурата, влажността и други параметри на околната среда. Тези системи регулират работата на уреда, за да поддържат оптимални условия.

Функциите на устройствата за климатизация на компютърна зала в център за данни могат да бъдат представени, както следва:

- Контрол на температурата – Основната функция на модулите CRAC е да регулират температурата в центъра за данни. Те премахват топлината от въздуха, за да поддържат желан температурен диапазон за оборудването на центъра за данни.
- Контрол на влажността – Устройствата CRAC могат да контролират нивата на влажност в центъра за данни чрез добавяне или премахване на влага, ако е необходимо, за да се поддържа оптимална относителна влажност за сървъри и мрежово оборудване.
- Филтриране на въздуха – Въздушните филтри в модулите CRAC отстраняват праха и частиците от входящия въздух, като осигуряват циркулация на чист въздух и предотвратяват натрупването на прах върху оборудването.
- Циркулация на въздуха – Вентилаторите в модулите CRAC улесняват равномерното разпределение на охладения въздух, осигурявайки еднаква температура в цялото пространство на центъра за данни.
- Енергийна ефективност – Много модерни модули CRAC са оборудвани с енергийно ефективни функции, като вентилатори с променлива скорост и економайзери, за оптимизиране на ефективността на охлаждане и намаляване на консумацията на енергия.
- Резервиране – Центровете за данни често прилагат резервиране в своите охладителни системи, включително резервни CRAC единици, за да осигурят непрекъснато охлаждане в случай на повреда на оборудването.
- Мониторинг и контрол – Усъвършенствените системи за контрол непрекъснато следят нивата на температурата и влажността, като регулират рабо-

тата на модула CRAC за поддържане на оптимални условия. Те също така предоставят данни в реално време за анализ и отстраняване на проблеми.

- Интегриране с охладителни системи – Модулите CRAC могат да работят във взаимодействие с други охладителни системи в центрове за данни, като системи с охладена вода или охладителни системи с директно разширение (DX), за да осигурят ефективно и надеждно охлаждане.

Устройствата за климатизация на компютърни зали (CRAC) са основни компоненти на системите за охлаждане на центрове за данни, проектирани да регулират ефективно температурата и влажността, като същевременно поддържат качеството на въздуха в пространствата на централите за данни. Усъвършенстваните системи за контрол и енергийно ефективните функции допринасят за тяхната ефективност и надеждност при охлаждане на среди в центрове за данни.

4.3. Охлаждащи модули в сървърен ред и отгоре

Охлаждащите модули, разположени в сървърните редове или над тях, са проектирани да осигурят локализираните решения за охлаждане за зони с висока плътност в централите за данни. Тези модули са особено полезни при адресиране на горещи точки и оптимизиране на ефективността на охлаждане в зони с концентрирани сървърни стелажи.

Основните компоненти на охлаждащите модули, разположени в сървърните редове или над тях в център за данни могат да бъдат представени, както следва:

- Подаване на студен въздух – Тези охлаждащи модули са оборудвани с вентилатори или издухватели, които подават хладен въздух директно към сървърните ракове или „горещата“ пътека. Хладният въздух обикновено се изтегля от основната система за охлаждане на центъра за данни.
- Събиране на изходящия въздух от горещ коридор или рак – За ефективно управление на горещия въздух, генериран от сървърите, охлаждащите модули често включват механизми за събиране на изходящия въздух от горещ коридор или съответен рак. Това може да включва тръбопроводи или решения за херметизиране.
- Вентилатори с променлива скорост – Вентилаторите с променлива скорост са често срещани компоненти в охлаждащите модули. Те позволяват прецизен контрол върху въздушния поток и охлаждащия капацитет въз основа на текущите нужди от охлаждане.

- Елементи за управление на въздушния поток – Охлаждащите модули могат да включват елементи за управление на въздушния поток, като прегради, дифузори или регулируеми вентилационни отвори, за насочване на хладния въздух точно там, където е необходимо, и управление на моделите на въздушния поток.
- Сензори за наблюдение – Сензори за температура, влажност и въздушен поток могат да бъдат интегрирани в охлаждащия модул. Тези сензори предоставят данни в реално време за наблюдение и контрол.
- Система за контрол – Усъвършенствана система за контрол често е част от охлаждащия модул, позволявайки автоматизирани настройки въз основа на данни от сензори. Тази система за управление оптимизира ефективността на охлаждане и енергийната ефективност.

Охлаждащите модули, разположени в сървърните редове или над тях в център за данни имат следната функционалност:

- Локализирано охлаждане – Основната функция на охлаждащите модули в сървърните редове или над тях е да осигурят локализирано охлаждане на зони с висока плътност. Това гарантира, че сървърите в тези зони получават адекватно охлаждане, за да се предотврати прегряване.
- Намаляване на горещи точки – Охлаждащите модули са особено ефективни при намаляване на горещите точки, които са зони, където топлината е концентрирана поради високата плътност на сървърите. Като насочват хладния въздух специално към тези места, те спомагат за поддържането на равномерни температури.
- Подобрена енергийна ефективност – Тези модули могат да оптимизират енергийната ефективност чрез охлаждане само на зоните, които го изискват, намалявайки общата консумация на енергия на системата за охлаждане на центъра за данни.
- Прецизен контрол – Вентилаторите с променлива скорост и елементите за управление на въздушния поток позволяват прецизен контрол върху охлаждането, като гарантират, че студеният въздух се насочва точно където е необходимо и минимизират разточителното охлаждане.
- Регулиране на температурата и влажността – Охлаждащите модули могат да включват сензори за наблюдение и контрол на нивата на температура и влажност в реално време, осигурявайки оптимални работни условия.
- Машабируемост – Охлаждащите модули са машабируеми и могат да се добавят или коригират при промяна на плътността на сървърите, което ги прави адаптивни към променящите се нужди на центъра за данни.

- Излишък – Някои центрове за данни разполагат с модули за охлаждане в излишък, за да обезпечат, че дори в случай на повреда на дадено устройство, охлаждането се поддържа в критични зони.
- Интегриране с основна охладителна система – Тези модули обикновено са интегрирани с основната система за охлаждане на центъра за данни, като изтеглят охладен въздух от нея и връщат горещ въздух за повторно охлаждане. Тази интеграция гарантира организирана стратегия за охлаждане.

Охлаждащите модули, разположени в сървърните редове или над тях, са специализирани компоненти на системите за охлаждане в централите за данни, предназначени да адресират зони с висока плътност и горещи точки. Те осигуряват локализирано охлаждане, подобряват енергийната ефективност и предлагат прецизен контрол върху охлаждането, допринасяйки за цялостната ефективност и надеждност на решенията за охлаждане на центъра за данни.

4.4 Чилъри

Чилърите са жизненоважен компонент на системите за охлаждане на централите за данни, особено в големите такива. Те са отговорни за охлаждането на водата, която се използва за отстраняване на топлината от средата на центъра за данни. Чилърите играят решаваща роля за поддържане на желаната температура в центъра за данни.

Основните компоненти на чилърите в център за данни могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Компресор – Компресорът е сърцето на охладителя. Той повишава налягането и компресира хладилния газ, повишавайки неговата температура и налягане.
- Кондензаторна намотка – Кондензаторната намотка е мястото, където горещият хладилен агент под високо налягане освобождава топлина към околния въздух или отделен контур за охлаждаща вода. Този процес връща хладилния агент в течно състояние.
- Намотка на изпарителя – Намотката на изпарителя е отговорна за абсорбирането на топлина от водата, която циркулира през охладителната система на центъра за данни. Тя трансформира течния хладилен агент в газ.
- Хладилен агент – Хладилният агент е течност за пренос на топлина, която циркулира между намотките на изпарителя и кондензатора. Той се превръща от течност в газ, тъй като абсорбира топлина и обратно.

- Разширителен вентил – Разширителният вентил контролира потока на хладилния агент в намотката на изпарителя. Той намалява налягането и температурата на хладилния агент, което му позволява да абсорбира топлината ефективно.
- Система за циркулация на вода – Чилърите са свързани към система за циркулация на вода, която изпомпва охладена вода към въздушните манипулатори на центъра за данни, CRAC модулите или охлаждащите модули. Тази охладена вода се използва за охлаждане на въздуха или премахване на топлината от оборудването.
- Система за управление – Усъвършенствените системи за управление обикновено са интегрирани с чилърите. Тези системи следят температурата и други параметри, като регулират работата на чилъра, за да поддържат желаните условия.
- Охладителни кули – В някои системи за охлаждане на центрове за данни охладителните кули се използват заедно с чилъри. Охладителните кули разсейват топлината от водата, използвана в бобината на изпарителя на чилъра, позволявайки на водата да се върне в чилъра при по-ниска температура.

Чилърите в център за данни могат да бъдат представени със следните характеристики и функции:

- Контрол на температурата – Основната функция на чилъра е да контролира температурата на водата, използвана в охладителната система на центъра за данни. Охладената вода циркулира през въздуховоди, CRAC модули или охлаждащи модули за отстраняване на топлината от средата на центъра за данни.
- Топлинна абсорбция – Чилърите абсорбират топлината от водата, циркулираща през охладителната система на центъра за данни. Този процес на поглъщане на топлина гарантира, че охлаждащата вода остава при ниска температура за ефективно охлаждане на центъра за данни.
- Енергийна ефективност – Чилърите са проектирани да работят ефективно, като оптимизират процеса на охлаждане, за да минимизират консумацията на енергия, като същевременно поддържат контрол на температурата.
- Резервиране – Голяма част от центрове за данни разполагат резервни чилъри, за да осигурят непрекъснато охлаждане в случай на повреда. Резервирането е от решаващо значение за поддържане на непрекъсната работа и надеждност.

- **Интегриране с охладителна система** – Чилърите са интегрирани с охладителната система на центъра за данни, като осигуряват охладена вода за климатични манипулатори, CRAC модули или охлаждащи модули.
- **Контрол и мониторинг** – Усъвършенстваните системи за контрол непрекъснато наблюдават температурата и други параметри, като регулират работата на чилъра за оптимална производителност и енергийна ефективност. [5]
- **Масщабируемост** – Чилърите могат да бъдат масщабирани нагоре или надолу, за да се приспособят към промените в изискванията за охлаждане на центъра за данни, което ги прави адаптивни към променящите се нужди.

Чилърите са основни компоненти на системите за охлаждане на центъра за данни, отговорни за контролирането на температурата на водата, използвана в охладителната инфраструктура. Те играят централна роля в поддържането на оптимални условия на околната среда в центъра за данни, като същевременно осигуряват енергийно ефективно и надеждно охлаждане.

4.5 Охладителни кули

Охладителните кули са неразделна част от много системи за охлаждане на центрове за данни, особено в по-големи съоръжения. Те се използват за разсейване на топлината от охлаждащата вода, която циркулира през инфраструктурата на центъра за данни. Охладителните кули са от съществено значение за поддържане на желаната температура на водата, използвана за охлаждане.

Основните компоненти на охладителните кули, използвани в център за данни могат да бъдат представени, както следва:

- **Басейн или резервоар** – Басейнът или резервоарът е долната част на охладителната кула, където се събира охлаждащата вода. Той служи като резервоар за водата, преди да бъде изпомпана до върха на кулата.
- **Разпределителна система** – Разпределителната система включва тръби и дюзи, които равномерно разпределят горещата охлаждаща вода в горната част на кулата, позволявайки ѝ да тече надолу през материала за пълнене на кулата.
- **Пълнеж материал** – Пълнежният материал е среда, която осигурява голяма повърхност за контакт на въздуха и водата. Това подобрява процеса на топлообмен, като позволява на топлината да се пренесе от водата към въздуха.

- Вентилатори или издухватели – Вентилаторите или издухвателите са разположени в горната част на охладителната кула. Те засмукват околния въздух и създават въздушен поток през запълващия материал, улеснявайки изпарението на водата и разсейването на топлината.
- Елиминатори на дрейфове – Елиминаторите на дрейфове са компоненти, които улавят и пренасочват малки водни капчици, носени от въздуха, като предотвратяват излизането им от охладителната кула. Това минимизира загубата на вода.
- Картер или събирателен басейн – Картерът или събирателният басейн в долната част на кулата събира водата, преминала през пълнежния материал. Оттук се изпомпва обратно към охладителите на центъра за данни или друго охлаждащо оборудване.
- Система за циркулация на вода – Система за циркулация на вода, състояща се от помпи и тръбопроводи, циркулира охлаждащата вода между охладителната кула и охладителите или охладителното оборудване на центъра за данни.

Охладителните кули в център за данни могат да бъдат представени със следната функционалност:

- Разсейване на топлината – Основната функция на охладителните кули е да разсейват топлината от охлаждащата вода. Когато горещата вода тече през материала за пълнеж на кулата, тя влиза в контакт с околния въздух. Този контакт улеснява преноса на топлина от водата към въздуха чрез изпарение.
- Контрол на температурата – Охладителните кули играят решаваща роля за поддържане на температурата на водата, използвана за охлаждане. Чрез премахване на топлината от водата те гарантират, че тя остава на желаната температура, преди да бъде върната в охладителите на центъра за данни.
- Енергийна ефективност – Охладителните кули са енергийно ефективни, защото разчитат на естествения процес на изпарително охлаждане за отстраняване на топлината. Този процес консумира по-малко енергия в сравнение с традиционните методи за механично охлаждане.
- Опазване на водата – Някои охладителни кули са проектирани да минимизират загубата на вода чрез елиминатори на дрейфа и ефективни системи за разпределение на водата, допринасяйки за усилията за опазване на водата.

- Резервиране – Центровете за данни много често разполагат охладителни кули в излишък, за да осигурят непрекъснато охлаждане в случай на повреда на дадена охладителна кула. Резервирането е от съществено значение за поддържане на непрекъсната работа и надеждност.
- Интеграция с чилъри – Охладителните кули са интегрирани с чилърите или охладителното оборудване на центъра за данни. Те осигуряват средство за разсейване на топлината от водата, преди тя да се върне към охладителите за повторно охлаждане.
- Мащабируемост – Охладителните кули могат да бъдат мащабирани, за да поемат промените в изискванията за охлаждане на центъра за данни, което ги прави адаптивни към променящите се нужди.

Охладителните кули са съществени компоненти на системите за охлаждане на центровете за данни, отговорни за разсейването на топлината от охлаждащата вода чрез изпаряване. Те играят централна роля в поддържането на желаната температура на водата, използвана за охлаждане, като същевременно предлагат енергийно ефективно и надеждно разсейване на топлината.

В заключение, охладителните системи са критичен и сложен компонент на инфраструктурата на центровете за данни. Те са от съществено значение за поддържането на оптимални работни условия, необходими за осигуряване на надеждността и производителността на ИТ оборудването, включително сървъри, мрежови устройства и системи за съхранение. Могат да бъдат отбелязани някои съществени изводи относно охладителните системи в центровете за данни:

- Значение на охлаждането – Охлаждащите системи са жизненоважни за разсейване на топлината, генерирана от оборудването на центъра за данни. Ефективното охлаждане е от решаващо значение за предотвратяване на прегряване на оборудването и осигуряване на непрекъсната работа на услугите на центъра за данни.
- Разнообразни решения за охлаждане – Центровете за данни използват различни решения за охлаждане, включително климатични манипулатори, CRAC модули, охладителни модули, чилъри, охладителни кули и други, в зависимост от размера и изискванията на съоръжението.
- Компоненти и функции – Всеки тип охладителна система има свои компоненти и функции, вариращи от топлообменни намотки и компресори до вентилатори, сензори и системи за управление. Тези компоненти

работят взаимно, за да контролират температурата и влажността, да отстраняват топлината и да оптимизират енергийната ефективност.

- Излишък и надеждност – Центровете за данни често включват резервиране в своите охладителни системи, за да намалят до минимум риска от повреда в охлаждането. Компонентите в излишък, резервните системи и наблюдението са ключови за осигуряване на надеждност.
- Енергийна ефективност – Мерките за енергийна ефективност, като вентилатори с променлива скорост, икономайзери и усъвършенствани системи за управление, са от съществено значение за оптимизиране на охлаждащите операции и намаляване на консумацията на енергия. Тези мерки помагат на центровете за данни да минимизират въздействието си върху околната среда и оперативните разходи.
- Мащабируемост и адаптивност – Охлаждащите системи са проектирани да бъдат мащабируеми и адаптивни към променящите се изисквания на центъра за данни. Тъй като центровете за данни растат и се развиват, решенията за охлаждане могат да бъдат разширени или модифицирани, за да поемат ново оборудване и оформления.
- Интеграция – Ефективната интеграция на системи за охлаждане с други компоненти на инфраструктурата на центъра за данни, включително системи за разпределение на енергия, мониторинг и контрол, е от съществено значение за постигане на добре координирана и ефективна среда на център за данни.
- Мониторинг и контрол – Системите за мониторинг и контрол в реално време играят основна роля в поддържането на оптимални условия в центъра за данни. Те предоставят на операторите на центрове за данни информация за температурата, влажността, въздушния поток и потреблението на енергия, позволявайки проактивно управление и поддръжка.
- Устойчивост и отговорност към околната среда – Центровете за данни все повече се фокусират върху устойчивостта и намаляването на своя въглероден отпечатък. Интегрирането на възобновяеми енергийни източници, усилията за опазване на водата и енергийно ефективни технологии за охлаждане са част от този ангажимент.
- Непрекъснато подобрене – Технологиите за охлаждане на центрове за данни продължават да се развиват, за да отговорят на изискванията на все по-мощно и плътно ИТ оборудване. Операторите на центрове за данни непрекъснато търсят иновативни начини за подобряване на ефективността и ефикасността на охлаждане.

5. Структурно и неструктурирано окабеляване в центрове за данни

Структурното и неструктурираното окабеляване [7] са два различни подхода за организиране и менажиране на кабелната инфраструктура в централите за данни [20]. Те служат за различни цели и имат различни характеристики:

Структурното окабеляване се отнася до систематичен и организиран подход към кабелна инфраструктура в рамките на център за данни или друга мрежова среда. Това включва инсталиране на стандартизирана и предварително дефинирана кабелна система с добре документиран дизайн и спецификации. Структурното окабеляване обикновено следва индустриални стандарти като TIA/EIA-568 [22] или ISO/IEC 11801 [26], които определят типовете кабели, конектори и оформления, които да се използват. Окабеляването е организирано в структурирани подсистеми, включително хоризонтално окабеляване (свързване на крайни потребителски устройства към мрежата), вертикално окабеляване (свързване на етажи или различни части на сградата) и телекомуникационни помещения (междинни точки на свързване). Структурното окабеляване е проектирано за гъвкавост и мащабируемост, което улеснява добавянето, преместването или промяната на мрежово оборудване и връзки, без да се прекъсва работата на цялата инфраструктура. Този подход се определя за най-добра практика за центрове за данни и корпоративни среди, поради своята надеждност, управляемост и лекота на отстраняване на проблеми.

При неструктурираното окабеляване, от друга страна, липсва систематичният и стандартизиран подход на структурното окабеляване. В среда с неструктурирано окабеляване кабелите често се инсталират случайно, без да се придържат към специфични индустриални стандарти или документация. Този подход може да доведе до неорганизирана и хаотична кабелна инфраструктура, което затруднява проследяването на кабели, отстраняването на проблеми със свързаността или извършването на промени в мрежата. Неструктурираното окабеляване е по-често срещано в малки или по-стари центрове за данни, малки предприятия или среди, където кабелната инфраструктура първоначално не е проектирана с оглед на скалируемостта и организацията. Този подход е по-малко ефективен и може да бъде по-податлив на грешки и проблеми при поддръжката в сравнение със структурното окабеляване.

Ключовата разлика между структурното окабеляване и неструктурираното окабеляване в централите за данни е нивото на организация, плани-

ране и спазване на индустриалните стандарти. Структурното окабеляване осигурява добре организиран, документиран и стандартизиран подход, който е мащабируем и надежден, докато неструктурираното окабеляване няма тези характеристики и може да доведе до трудности, свързани с поддръжката и отстраняването на проблеми. Повечето модерни центрове за данни и корпоративни среди избират структурно окабеляване, за да осигурят ефективна и надеждна работа на своите мрежи.

5.1 Структурно окабеляване в център за данни

Структурното окабеляване [7] [9] в център за данни се отнася до организиран и стандартизиран подход към проектирането, инсталирането и управлението на мрежовата кабелна инфраструктура в съоръжението. Това включва внимателно планирано и систематично оформление на кабели, конектори и свързан хардуер за поддръжане на ефективното и надеждно предаване на данни и сигнали в целия център за данни.

Ключовите аспекти на структурното окабеляване в център за данни могат да бъдат представени, както следва:

- **Стандартизация** – Структурното окабеляване се придържа към индустриалните стандарти и насоки, като тези, определени от организации като Асоциацията на телекомуникационната индустрия (TIA) и Международната организация за стандартизация (ISO). Тези стандарти гарантират последователност, съвместимост и оперативна съвместимост на кабелните компоненти.
- **Организация** – Кабелната инфраструктура е организирана в добре дефинирани подсистеми, като входни съоръжения, помещения за оборудване, хоризонтално окабеляване и телекомуникационни помещения. Всяка подсистема служи за специфична цел и е проектирана да улеснява ефективното управление на кабелите и отстраняването на проблеми.
- **Типове кабели** – Структурното окабеляване обикновено включва различни видове кабели, като кабели с усукана медна двойка (напр. Cat 6 или Cat 6a) [7] за Ethernet връзки и оптични кабели (напр. одномодови или многомодови) за високоскоростен пренос на данни. Всеки тип кабел се избира въз основа на предназначението му и изискванията за производителност.
- **Хардуер за свързване** – Структурното окабеляване включва стандартизиран конектори, съединителни панели, ракове и системи за менажи-

ране на кабели. Тези компоненти осигуряват правилно завършване на кабелите, лесна поддръжка и мащабируемост.

- Етикетиране и документиране – Кабелите се етикетират и документират щателно, за да се идентифицират техните функции и местоназначения. Това етикетиране опростява отстраняването на неизправности, поддръжката и усилията за разширяване.
- Мащабируемост – Структурните кабелни системи [8] са проектирани с мисъл за мащабируемостта. Те могат да поемат бъдещ растеж и технологични надстройки без големи прекъсвания на съществуващата инфраструктура.
- Гъвкавост – Дизайнът на структурното окабеляване позволява гъвкавост при конфигуриране и преконфигуриране на мрежови връзки според нуждите. Тази адаптивност е особено ценна в центрове за данни с динамични промени в оборудването.
- Резервиране – Често се включват кабелни пътища в излишък, за да се осигури висока наличност и устойчивост на грешки. Резервирането минимизира риска от прекъсване на мрежата поради повреда на кабела.
- Производителност и надеждност – Структурните кабелни системи са проектирани да отговарят или надвишават изискванията за производителност на приложенията, които поддържат. Те са проектирани да минимизират смущенията и затихването на сигнала, като гарантират надеждно предаване на данни.
- Естетика и менажиране на кабелите – Използват се подходящи техники за менажиране на кабели, за да се поддържат кабелите организирани, подредени и свободни от препятствия. Това не само подобрява външния вид на центъра за данни, но също така подобрява въздушния поток за охлаждане.
- Модулност и плътност на портовете – Структурните кабелни системи са проектирани да бъдат модулни, което позволява лесно добавяне или премахване на мрежови връзки. Тази модулност спомага центрoвете за данни да се адаптират към променящите се конфигурации и изисквания на оборудването. Освен това, структурните кабелни системи могат да поддържат висока плътност на портовете, позволявайки ефективно използване на пространството в рака и приспособяване на нарастващия брой устройства в модерните центрове за данни.
- Кръстосани връзки и свързване – Пач панелите, известни също като кръстосани връзки, се използват широко в структурното окабеляване. Тези панели осигуряват удобен и организиран начин за свързване на оборудване към мрежата. Те позволяват бързи промени и отстраняване

на проблеми и дават възможност на администраторите лесно да пре-конфигурират връзките.

- Минимизирани смущения – Структурните кабелни системи са проектирани с мисъл за минимизиране на електромагнитните смущения (EMI) и радиочестотните смущения (RFI). Използват се подходящи техники за екраниране и заземяване, за да се гарантира целостта на предаването на данни.
- Цветово кодиране – За да се опрости идентификацията и менажирането на кабелите, структурното окабеляване често използва схеми за цветово кодиране за различни видове кабели и конектори. Това спомага за бърза визуална идентификация и намалява вероятността от грешки по време на поддръжка или отстраняване на неизправности.
- Устойчивост на бъдещето – Центровете за данни инвестират в структурно окабеляване като дългосрочно инфраструктурно решение. С развитието на технологиите тези системи могат да поддържат по-високи скорости на пренос на данни и нововъзникващи технологии, без да се налага цялостно преработване. Тази надеждност за бъдещето е от съществено значение за икономически ефективни и устойчиви операции на центъра за данни.
- Документация и записи – Надеждната документация и записи са ключови аспекти на структурното окабеляване. Центровете за данни поддържат подробни записи на кабелите, етикетирването, свързаността и резултатите от тестовете. Тази документация рационализира усилията за отстраняване на неизправности и съответствие, което улеснява изпълнението на регулаторните изисквания.
- Сертифициране и тестване – Инсталациите за структурно окабеляване се подлагат на строги процеси на тестване и сертифициране, за да се гарантира съответствие с индустриалните стандарти. Това включва оценка на производителността на кабела, проверка на свързаността и гарантиране, че загубата на сигнал попада в приемливи граници.
- Съответствие със стандартите – Системите за структурно окабеляване се придържат към международно признати стандарти, като TIA/EIA 568 и ISO/IEC 11801, CELENEC/EN 50173 [33], за да осигурят последователност, надеждност и оперативна съвместимост. Съответствието с тези стандарти също така опростява доставките и гарантира, че компонентите от различни производители могат да работят заедно безпроблемно.

Структурното окабеляване осигурява солидна основа за инфраструктурата за пренос на данни и комуникации в центровете за данни, допри-

насяща за ефективна и безпроблемна работа на сървъри, устройства за съхранение, комутатори и друго мрежово оборудване. Това насърчава подредеността, опростява поддръжката и осигурява изискванията за висока скорост и висока надеждност на съвременните среди на центровете за данни.

5.2. Компоненти на структурното окабеляване в център за данни

Структурните кабелни системи се състоят от различни компоненти, работещи във взаимодействие, за да създадат надеждна и организирана мрежова инфраструктура в сграда или център за данни.

Основните компоненти на структурното окабеляване могат да бъдат представени, както следва:

- **Входни устройства** – Входните устройства традиционно не се считат за част от структурното окабеляване, но те са основни компоненти за мрежова свързаност. Тези устройства включват компютри, сървъри, принтери, IP телефони, камери и друго оборудване, което изпраща и получава данни по мрежата.
- **Входящо оборудване за влизане в център за данни** – Това обикновено се отнася до точката, в която външно окабеляване, мрежови връзки и устройства от доставчици на интернет услуги (ISP) или други външни източници влизат в съоръжението на центъра за данни.
- **Основна разпределителна рамка (MDF)** – MDF е централната точка, където външното окабеляване често, идващо от доставчика на услуги (ISP), влиза в сградата и се свързва с вътрешната мрежа. Тази точка обикновено разполага с оборудване като рутери, комутатори и модеми, които обработват входящи данни от външни източници. Рамката MDF се свързва с междинните разпределителни системи или рамки (IDF), разположени на различни етажи или зони на сградата. [4]
- **Междинни разпределителни рамки (IDF)** – Рамките IDF се намират на всеки етаж или в различни зони на сградата, по-близо до устройствата на крайния потребител. Те служат като междинни точки на свързване между MDF и работните зони, като намаляват дължината на хоризонталните кабели. В IDF се помещават мрежови комутатори, пач панели и друго оборудване, необходимо за разпространение на локална мрежа.
- **Стая за оборудването (ER)** – Служи като специално пространство за настаняване на критична инфраструктура на центъра за данни, вклю-

чително сървъри, устройства за съхранение и друго оборудване, необходимо за работата на центъра за данни.

- Опорно или вертикално окабеляване – Основното или вертикалното окабеляване е главен компонент на структурната кабелна система, особено в по-големи сгради или многоетажни съоръжения. Основната цел на вертикалното окабеляване е да установи връзки с голям капацитет между централната точка на разпределение на мрежата (MDF) и междинните разпределителни рамки (IDF) [20], разположени на различни етажи или в различни части на сградата. То действа като гръбнак на структурната кабелна система, пренасяйки трафик на данни от MDF към IDF, които от своя страна разпределят данните към работните зони. Основното окабеляване обикновено включва използването на кабели с голям капацитет, често оптични кабели, за да се осигури високоскоростно предаване на данни на по-големи разстояния. Опорните кабели се инсталират вертикално в сградата, минавайки през шахти, щрангове или специални тръбопроводи, които свързват MDF с IDF. Инсталацията трябва да се съобразява с индустриалните стандарти и най-добрите практики, за да се осигури правилно менажиране, организация и защита на кабелите.
- Поддържащо окабеляване и хоризонтално окабеляване – Поддържащото окабеляване се отнася до инфраструктурата, която поддържа и защитава кабелите, включително кабелни скари, тръбопроводи и канали. Хоризонталното окабеляване се състои от кабелите, които минават от телекомуникационните шкафове (IDF) до работните зони, например отделни офис кабинни, бюра и други. Хоризонталното окабеляване обикновено се състои от Етернет кабели (напр. Cat 6 или Cat 6a), като може също да включва оптични кабели за високоскоростно предаване на данни.
- Телекомуникационен шкаф или кабинет – Телекомуникационните шкафове се инсталират в IDF рамката и в тях се помещава домашно мрежово оборудване като превключватели, съединителни панели и понякога разпределителни устройства за захранване (PDU). Те служат като централизирана точка за свързване на хоризонталното окабеляване към активното мрежово оборудване. Пач панелите в шкафа позволяват правилното свързване на отделните кабели, което улеснява менажирането и отстраняването на проблеми с връзките.
- Телекомуникационна стая (TR) – Телекомуникационната стая служи като ключов център за управление на мрежови връзки и оборудване в рамките на инфраструктурата на центъра за данни [20].

- **Работна зона** – Работната зона се отнася до физическите местоположения, където крайните потребителски устройства са свързани към мрежата. Това включва отделни офиси, кабинни, конферентни зали и открити работни пространства. В работната зона се използват стенни розетки или подови кутии за свързване на устройства към хоризонталното окабеляване [8].

Към структурното окабеляване спадат и други разнообразни компоненти включително:

- **Пач кабели** – Това са къси Етернет или оптични кабели с конектори, използвани за свързване на устройства към стенни розетки или мрежово оборудване.
- **Менажиране на кабели** – Организационни инструменти като кабелни скари, кабелни връзки и кабелни етикети за менажиране и етикетиране на кабели за лесно идентифициране и поддръжка.
- **Непрекъсваемо захранване (UPS)** – Осигурява резервно захранване на мрежовото оборудване в случай на прекъсване на захранването.
- **Заземяване и свързване** – Заземяването гарантира, че кабелната система е правилно заземена, за да се предотвратят електрически проблеми и да се осигури безопасност.
- **Документация** – Подробната документация, включително мрежови диаграми, схеми за етикетиране и записи на кабелни линии и връзки, е от съществено значение за ефективното управление и поддръжка на структурната кабелна система.

Системите за структурно окабеляване [8] са проектирани с цел осигуряване на мащабируема, управляема и надеждна мрежова инфраструктура, която да поддържа настоящите и бъдещите нужди от пренос на данни и комуникации в центровете за данни. Правилното планиране и инсталиране на тези компоненти са от ключово значение за една добре функционираща мрежа.

5.2.1. Входни устройства

Входните устройства обикновено не се считат за част от структурното окабеляване, но те са важни компоненти за мрежова свързаност в центъра за данни. Те позволяват на администраторите и операторите да взаимодействат с инфраструктурата в съоръжението и да я управляват.

Входните устройства в центровете за данни могат да бъдат представени чрез техните основни компоненти, както следва:

- Клавиатури – Клавиатурите се състоят от клавиши (буквено-цифрови, функционални, цифрова клавиатура и т.н.), контролна верига и USB или PS/2 интерфейс за свързване. Клавиатурите се използват за въвеждане на текстови команди, конфигуриране на мрежови устройства и предоставяне на вход към сървъри и интерфейси за управление.
- Мишки и тракпадове – Мишките разполагат с бутони (ляв, десен и среден), колело за превъртане, оптични или лазерни сензори и USB интерфейс. Те и тракпадовете са от съществено значение за прецизен контрол на курсора, позволявайки на администраторите да навигират в графичните потребителски интерфейси (GUI) и да избират опции на монитори или дисплеи.
- Сензорни екрани – Сензорните екрани интегрират дисплей с чувствителни на допир сензори, често използващи кондензаторна или резистивна технология. Те осигуряват интуитивен и директен интерфейс за взаимодействие със системи за наблюдение, сървърни конзоли и интерфейси за управление в центрове за данни.
- Цифрови клавиатури – Цифровите клавиатури се състоят от цифрови клавиши, често в компактна форма, с USB или безжична връзка. Цифровите клавиатури са ценни за въвеждане на числови данни и извършване на изчисления, полезни при конфигуриране на устройства или въвеждане на IP адреси.
- Блокове за дистанционно управление – Дистанционните управления включват бутони, инфрачервен (IR) предавател и батерии или презареждаем източник на енергия. Тези устройства се използват в KVM (клавиатура, видео, мишка) превключватели за управление на множество сървъри или системи от една конзола, за дистанционно превключване между тях.
- Биометрични скенери – Биометричните скенери могат да включват сензори за пръстови отпечатаци, скенери за ретина или ирис или технология за лицево разпознаване. Биометричните скенери повишават сигурността, като осигуряват контрол на достъпа до чувствителни зони в централите за данни, като гарантират, че само оторизиран персонал може да влезе.
- Четци на карти – Четците на карти четат карти за достъп или ключодържатели, съдържащи RFID или технология с магнитна лента. Четците на карти служат като метод за удостоверяване, контролирайки физическия достъп до стаите или шкафовете на центъра за данни.
- Скенери за баркод – Скенерите за баркод разполагат с лазер или сензор за изображения за четене на баркодове. Те се използват за управление на активи и проследяване на инвентара в централите за данни, улеснявайки идентифицирането на оборудването.

- Микрофони – Микрофоните са входни преобразуватели, които трансформират звуковото налягане през диафрагма подадено на входа им в електрически сигнали. Микрофоните могат да бъдат интегрирани в сървъри или системи за наблюдение, за да се даде възможност за гласови команди, аудио наблюдение или отдалечена комуникация.
- Устройства за разпознаване на жестове – Устройствата за разпознаване на жестове използват камери и софтуер за откриване на движенията на ръцете и жестовете. Тези устройства позволяват безконтактно взаимодействие с дисплеите, поддържайки интуитивен контрол и навигация.

Основните функции на входните устройства в центровете за данни могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Конфигурация на сървъри – Входните устройства се използват за конфигуриране на настройките на сървъри, конфигурациите на BIOS и настройките на RAID по време на инсталиране и поддръжка.
- Контрол на KVM превключвател – Клавиатури и мишки, често интегрирани в KVM превключватели, позволяват на администраторите да управляват множество сървъри от централна конзола.
- Физически контрол на достъпа – Четците на карти, биометричните скенери и устройствата за дистанционно управление допринасят за сигурността, като контролират достъпа до съоръженията и оборудването на центъра за данни.
- Управление на активи – Скенерите за баркод подпомагат проследяването и управлението на инвентара, осигурявайки точни записи на хардуера и активите.
- Мониторинг и предупреждения – Сензорните екрани и дистанционните управления могат да се използват за достъп до системите за наблюдение и реагиране на предупреждения, помагайки на операторите да поддържат изправността и производителността на инфраструктурата на центъра за данни.
- Интерактивно отстраняване на неизправности – Входните устройства улесняват интерактивното отстраняване на неизправности, позволявайки на администраторите да диагностицират и разрешават проблеми по-ефективно.
- Удостоверяване на потребител – Клавиатури, сензори за пръстови отпечатащи и други входни устройства проверяват самоличността на потребителите за защитен достъп до сървъри и системи.

- Гласово и аудио управление – Микрофоните поддържат гласови команди, аудио наблюдение и комуникация в средата на центъра за данни.
- Ефективно въвеждане на данни – Цифровите клавиатури и специализираните устройства за въвеждане подобряват ефективността на въвеждане на данни за задачи като конфигуриране на IP адреси.
- Удобни за потребителя интерфейси – Сензорните екрани и устройствата за разпознаване на жестове предлагат интуитивни, удобни за потребителя интерфейси за приложения за управление на центрове за данни.

Входните устройства са разнообразни и неразделни компоненти на инфраструктурата на центъра за данни, позволяващи на администраторите да взаимодействат и да управляват различни аспекти на съоръжението и неговото оборудване. Техните функции обхващат от въвеждане на основни данни до разширена сигурност и дистанционно управление, допринасяйки за ефективността, сигурността и цялостната оперативност на централите за данни.

5.2.2 Входящо оборудване за влизане в център за данни

Входящото оборудване за влизане в център за данни или по-просто входящият блок обикновено се отнася до точката, в която външно окабеляване, мрежови връзки и устройства от доставчици на интернет услуги (ISP) или други външни източници влизат в съоръжението на центъра за данни. Тези входни точки са от съществено значение за установяване на връзка с други външни мрежи и глобална интернет връзка. Входните блокове често включват различни инфраструктурни компоненти и устройства, предназначени да управляват и разпространяват ефективно тези входящи мрежови връзки.

Основните компоненти на входящото оборудване за влизане в център за данни, могат да бъдат представени, както следва:

- Демаркационна точка – Това е физическата или логическата точка, където свършва отговорността за мрежата на доставчика на услуги и започва отговорността на центъра за данни. Тя маркира границата между външната мрежа и вътрешната мрежа на центъра за данни.
- Входни точки в мрежата – Това са физическите местоположения, които често се срещат в съоръжения за колокация на центрове за данни, където оптични кабели или други мрежови връзки от интернет доставчици и оператори влизат в сградата на центъра за данни.

- **Входни панели** – Входните панели съдържат конектори и крайни точки за входящите мрежови кабели. Те са проектирани да осигурят чист и организиран интерфейс за свързване на външни кабели към вътрешната инфраструктура на центъра за данни.
- **Менажиране на кабелите** – Менажирането на кабелите във входящия блок е от съществено значение, за да се гарантира, че входящите кабели са добре организирани, етикетирани и защитени. Това включва кабелни скари, канали и други системи за управление на кабели.
- **Мерки за сигурност** – Входящите блокове често са снабдени с мерки за сигурност, като системи за контрол на достъпа и камери за наблюдение, за мониторинг и ограничаване на достъпа до тези критични входни точки на мрежата.
- **Потушаване на пожар** – Системите за гасене на пожар могат да бъдат инсталирани близо до входни блокове, за да предпазят критичната мрежова инфраструктура от опасности, свързани с пожар.
- **Пач панели** – Възможно е да присъстват пач панели или разпределителни рамки, за да се улесни кръстосаното свързване на входящи мрежови кабели към вътрешната кабелна инфраструктура на центъра за данни.
- **Разпределение на мощността** – В някои случаи блоковете за разпределение на мощността (PDU) могат да бъдат разположени в непосредствена близост до входящото оборудване, за да осигурят захранване на мрежовите устройства, свързани с входната точка.
- **Кутии за завършване на оптични влакна** – В случаите, когато преобладават връзките с оптични влакна, кутиите и оборудването за завършване на влакна могат да бъдат част от входния блок за менажиране и свързване на оптичните кабели.

Всички тези компоненти потвърждават, че външните мрежови връзки са ефективно управлявани, наблюдавани и защитени, когато влизат в съоръжението на центъра за данни. Входящите блокове играят критична роля за поддържане на свързаност и поток от данни между центъра за данни и външни мрежи, включително глобалния интернет и различни доставчици на услуги.

5.2.3. Основна разпределителна MDF рамка

Основната разпределителна рамка – MDF е централна точка в кабелната инфраструктура на центъра за данни, отговорна за организирането, разпространението и управлението на мрежовите връзки.

Основните компоненти на главната разпределителна рамка – MDF в централите за данни могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Вертикално менажиране на кабели – Вертикалните панели за менажиране на кабели или корита са монтирани в рамките на MDF за маршрутизиране и управление на входящите и изходящите кабели по организиран и структуриран начин. Те улесняват правилното насочване на кабела и спомагат за предотвратяване на претоварването на кабела.
- Пач панели – Пач панелите са основен компонент на MDF. Те осигуряват портове, където хоризонталните кабели от телекомуникационните стаи (IDF) и външните връзки (от ISP или WAN връзки) са терминирани. Пач панелите позволяват лесно кръстосано свързване между кабелите, което улеснява модифицирането на мрежовите връзки, без да се нарушава основната кабелна инфраструктура.
- Мрежови комутатори и маршрутизатори – В голяма част от централите за данни мрежови комутатори или маршрутизатори са инсталирани в MDF, за да обработват входящия и изходящия трафик на данни. Тези комутатори служат като основно мрежово оборудване, свързващо различни сървъри и устройства в центъра за данни с външни мрежи.
- Етикетирание и документация – Правилното етикетирание и документация са основни компоненти на MDF. Всеки кабел и порт трябва да бъдат ясно етикетирани с информация като източник или дестинация, VLAN или IP адрес, за да се улесни отстраняването на неизправности, поддръжката и управлението на кабелите.
- Блокове за разпределение на захранването (PDU) – Блоковете PDU могат да бъдат инсталирани в MDF, за да осигурят захранване на мрежовото оборудване и сървърите в центъра за данни. Надеждното и в излишък разпределение на мощността е от ключово значение за поддръжане на непрекъснатата работа на мрежата.
- Заземяване и свързване – Блокът MDF е заземен, за да се осигури електрическа безопасност и да се предотвратят потенциални електрически проблеми. Заземителни шини се използват за създаване на правилни заземителни връзки за цялото оборудване в MDF.
- Инструменти за наблюдение и управление – Инструментите за управление на мрежата и системите за наблюдение могат да бъдат включени в MDF, за да следят производителността на мрежата, свързаността и сигурността. Това включва софтуер за управление на мрежата и хардуер като устройства, базирани на SNMP.

Функционалността на MDF в центровете за данни може да бъде представена, както следва:

- Централизирано завършване на кабела – MDF служи като централна точка, където се събират всички хоризонтални кабели от IDF и външни връзки. Той осигурява структурирана и организирана крайна точка за тези кабели.
- Мрежово агрегиране – Мрежовите комутатори или рутери в рамките на MDF събират трафик на данни от различни части на центъра за данни. Те осигуряват високоскоростен гръбнак за взаимно свързване на сървъри и устройства.
- Гъвкавост на кръстосано свързване – Пач панелите позволяват кръстосано свързване на кабели, което улеснява установяването, модифицирането или отстраняването на връзки между устройства или сървъри в центъра за данни.
- Излишък и висока достъпност – MDF често са проектирани с резервиране, за да осигурят наличност на мрежата. Захранващи устройства в излишък, превключватели и кабелни трасета са общи характеристики за минимизиране на времето за престой.
- Сигурност и контрол на достъпа – Достъпът до MDF обикновено е ограничен само до оторизиран персонал. Мерки за сигурност като четци на карти, биометрични скенери и камери за наблюдение могат да бъдат приложени за защита на инфраструктурата.
- Заземяване и електрическа безопасност – Правилното заземяване и свързване в рамките на MDF гарантира електрическа безопасност, предпазва от токови удари и минимизира риска от електрически повреди.
- Документация и отстраняване на неизправности – MDF са щателно документирани, за да се улесни отстраняването на неизправности. Точните записи на кабелните връзки и етикетирването улесняват идентифицирането и разрешаването на мрежови проблеми.
- Машабируемост – MDF са проектирани да поемат бъдещ растеж и промени в инфраструктурата на центъра за данни. Те трябва да могат да се машабират, за да добавят повече оборудване и кабели, ако е необходимо.

Основната разпределителна рамка (MDF) в центровете за данни служи като главен център за мрежова свързаност и управление. Нейните компоненти и функции са критични за поддържането на организирана и ефективна кабелна инфраструктура, осигурявайки надеждност на мрежата, висока достъпност и лесна поддръжка в рамките на средата на центъра за данни.

5.2.4 Междинни разпределителни IDF рамки

Междинната разпределителна рамка (IDF) е съществена част от структурираната кабелна система, служеща като междинна точка за свързване между основната разпределителна рамка (MDF) и работните зони в рамките на център за данни или сграда.

Основните компоненти на междинната разпределителна рамка – IDF в централите за данни могат да бъдат представени, както следва:

- Хоризонтално менажиране на кабелите – Подобно на MDF, междинната разпределителна рамка – IDF включва компоненти за вертикално менажиране на кабели, като кабелни канали и панели. Те спомагат за насочване и организиране на хоризонтално окабеляване от работните зони и осигуряват правилно управление на кабелите.
- Пач панели – Пач панелите [12] в IDF са местата, където хоризонталното окабеляване от изходите на работната зона (стенни розетки, жакове, подови кутии и т.н.) се прекратява. Те служат като точки за кръстосано свързване на хоризонтални кабели към мрежовото оборудване в IDF.
- Мрежови комутатори – IDF обикновено съдържат мрежови комутатори, които се свързват към пач панелите. Тези суичове са отговорни за разпространението на мрежовата свързаност към устройствата на крайния потребител в рамките на съответния район или етаж.
- Рутери или шлюзове – В някои случаи IDF може също да съдържа рутери или шлюзове, особено ако мрежовата архитектура изисква маршрутизиране на ниво етаж. Тези устройства управляват трафика между локалната мрежа и по-широката мрежова инфраструктура.
- Устройства за разпределение на енергия (PDU) – Устройствата за разпределение на енергия често присъстват в IDF, за да осигурят електрическо хранване на мрежови комутатори, рутери и друго оборудване. Те осигуряват надежден източник на хранване за мрежови устройства.
- Заземяване и свързване – Правилното заземяване и свързване в рамките на IDF са от съществено значение за електрическата безопасност и предотвратяването на електрически проблеми. Заземителни шини се използват за установяване на заземителни връзки.
- Инструменти за наблюдение и управление – Инструментите за управление на мрежата и системите за наблюдение могат да бъдат внедрени в IDF за наблюдение на производителността на мрежата, откриване на проблеми и управление на мрежови устройства локално. Те могат да включват базирани на SNMP устройства и софтуер.

Основните функции на IDF в центровете за данни могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Разпределение на локална мрежа – IDF служат като междинни точки за разпространение, които свързват устройствата на крайните потребители в работните зони (като компютри, телефони, принтери) с основната мрежова инфраструктура, разположена в MDF.
- Хоризонтално завършване на кабела – Хоризонталните кабели от изходите на работната зона се завършват на съединителни панели в IDF. Това позволява лесно управление и кръстосано свързване на кабели към мрежови комутатори.
- Мрежово сегментиране – IDF могат да се използват за сегментиране на мрежата на по-малки, управляеми сегменти, подобрявайки производителността и сигурността на мрежата. Виртуални локални мрежи (VLAN) могат да бъдат внедрени на ниво IDF.
- Управление на локална мрежа – Мрежовите комутатори в рамките на IDF осигуряват управление на локална мрежа, като гарантират, че устройствата на крайните потребители имат достъп до необходимите им мрежови ресурси.
- Излишък – За да се подобри надеждността на мрежата в IDF могат да се инсталират компоненти в излишък, например суичове, захранващи устройства, за да се сведе до минимум прекъсването на мрежата в случай на повреда на оборудването.
- Управление на кабели – Правилното менажиране на кабелите в рамките на IDF гарантира, че окабеляването е организирано, етикетирани и защитено. Това улеснява отстраняването на проблеми и поддръжката.
- Машабиремост – IDF трябва да бъдат проектирани така, че да поемат бъдещ растеж. Те трябва да могат да се мащабират, с цел добавяне на повече мрежови комутатори и оборудване, ако е необходимо, за да поддържат допълнителни работни зони.
- Сигурност на локалната мрежа – Мерки за сигурност, като контрол на достъпа, могат да бъдат приложени в IDF, за да се ограничи физическият достъп до мрежовото оборудване и да се предотврати неоторизирано манипулиране.
- Локален мониторинг – Инструментите за мониторинг в рамките на IDF спомагат за откриване и адресиране на мрежови проблеми на ниво етаж или зона, осигурявайки оптимална производителност за устройствата на крайния потребител.

- Документиране и етикетиране – Точната документация и етикетиране на кабели, съединителни панели и оборудване са от съществено значение в IDF за опростяване на задачите за отстраняване на неизправности и поддръжка.

Междинната разпределителна рамка (IDF) играе съществена роля в центрoвете за данни, като предоставя локализирана мрежова разпределителна точка за свързване на крайни потребителски устройства към основната мрежова инфраструктура. Нейните компоненти и функции допринасят за ефективно управление на мрежата, мащабируемост, надеждност и сигурност в средата на центъра за данни.

5.2.5 Стая за оборудване

Стаята за оборудването (ER) служи като специално пространство за настаняване на важна инфраструктура на центъра за данни, включително сървъри, устройства за съхранение и друго оборудване, необходимо за работата на центъра за данни.

Основните компоненти на стаята за оборудването могат да бъдат представени, както следва:

- Ракове и стелажии – Стаите за оборудване съдържат ракове, които са специално проектирани да побират сървъри, устройства за съхранение и мрежово оборудване. Тези шкафове осигуряват сигурен монтаж и организация на оборудването.
- Оборудване за сървъри и съхранение – Стаите за оборудването съдържат широка гама сървърен хардуер, включително блейд сървъри, рак сървъри, масиви за съхранение на данни и устройства за архивиране. Това оборудване формира ядрото на изчислителната инфраструктура и инфраструктурата за сторидж на центъра за данни.
- Мрежова инфраструктура – Мрежови комутатори, рутери, защитни стени, балансори на натоварването и друго мрежово оборудване често се намират в ER, за да управляват и насочват трафика на данни в центъра за данни и към външни мрежи.
- Мрежа за съхранение (SAN) – В по-големите центрове за данни, специален SAN може да се помещава в ER. Мрежата SAN [18] включва устройства за съхранение и оборудване за свързване за ефективно съхранение и извличане на данни.
- Блокове за разпределение на захранването (PDU) – В стаите за оборудването се инсталират PDU устройства, за да разпределят електрическа

енергия към сървърните ракове и оборудване. Осигуряват резервиране и надеждност на източниците на енергия.

- Охлаждане и контрол на околната среда – Прецизните системи за охлаждане, включително климатични модули и HVAC системи, се използват за поддържане на контролирана температура и ниво на влажност в рамките на ER, за да се предотврати прегряване на оборудването.
- Непрекъсваеми захранвания (UPS) – Системите UPS осигуряват резервно захранване на критично оборудване в случай на прекъсване на захранването или колебания, като гарантират непрекъсната работа.
- Потушаване на пожар – Системите за гасене на пожар, като гасене на базата на газ или спринклери, се инсталират за защита на оборудването от опасности, свързани с пожар.
- Мерки за сигурност – В стаите за оборудването са налични усъвършенствани мерки за сигурност, включително системи за контрол на достъпа, биометрични скенери, камери за наблюдение и системи за откриване на проникване, за защита на критична инфраструктура.
- Менажиране на кабели – Подходящи системи за управление на кабели, като кабелни скари, канали и хардуер за управление на кабели, се използват за организиране и прецизно насочване на кабелите в стаите за оборудването.

Стаите за оборудването се характеризират със следните основни функции:

- Обработка на данни – Основната функция на ER е да помещава сървъри и оборудване за сторидж, отговорно за обработката и съхраняването на данни. Това оборудване хоства приложения, бази данни и услуги, критични за операциите на организацията.
- Мрежова свързаност – Стаите за оборудването служат като централни точки за мрежова свързаност в центъра за данни. Мрежовите комутатори и рутери управляват трафика на данни между сървъри, устройства за съхранение и външни мрежи.
- Излишък и висока достъпност – Стаите за оборудването се проектират с оглед на резервирането, за да осигурят висока наличност на услугите. Излишъкът на захранване, охлаждане и мрежово оборудване намаляват времето за престой.
- Контрол на околната среда – Прецизните системи за охлаждане и контрол на околната среда поддържат оптималните работни условия за

оборудването, предотвратявайки прегряване и гарантирайки надеждността на оборудването.

- **Сигурност** – Надеждни мерки за сигурност защитават стаите за оборудването от неоторизиран достъп, подправяне или кражба, като подсиgurяват целостта и поверителността на данните и услугите.
- **Възстановяване след бедствие** – Стаите за оборудването играят съществена роля в планирането на възстановяване след бедствие, като разполагат с оборудване за архивиране и възстановяване, улесняват репликацията на данни и осигуряват устойчивост на центъра за данни.
- **Мащабируемост** – Стаите за оборудването се реализират така, че да могат да се мащабират, за да поемат допълнителни сървъри и сториджи с нарастването на нуждите на центъра за данни.
- **Документация и мониторинг** – Точната документация и инструменти за мониторинг в рамките на ER помагат на администраторите на центрове за данни да управляват и отстраняват неизправности в оборудването, да проследяват производителността и да планират бъдещо разширяване.

Стаята за оборудване (ER) е важен компонент на центровете за данни, в който се помещава основна инфраструктура и оборудване, които формират гръбнака на операциите за обработка и съхранение на данни. Нейните компоненти и функции са неразделна част от поддържането на надеждността, сигурността и ефективността на центъра за данни.

5.2.6. Вертикално окабеляване

Вертикалното или опорното окабеляване е съществена част от структурираната кабелна система, отговорна за свързването на основната разпределителна рамка (MDF) към междинни разпределителни рамки (IDF) на различни етажи или зони в сградата.

Основните компоненти на вертикалното окабеляване могат да бъдат систематизирани, както следва:

- **Вертикални кабелни пътища** – Вертикалните кабелни пътища се състоят от кабелни скари, тръбопроводни системи и канали, които осигуряват маршрут за преминаване на вертикални кабели между MDF и IDF. Тези пътища обезпечават това кабелите да са добре организирани и защитени по време на тяхното вертикално преминаване.
- **Кабелни снопове и канали** – Кабелите са организирани в снопове или канални системи във вертикалните кабелни пътища, за да ги поддържат

спретнати и да предотвратят заплитане. Тези системи също спомагат за поддържане на правилно разделяне между различните видове кабели (напр. кабели за данни, захранващи кабели).

- Огнеупорни материали- Огнеупорните материали се използват във вертикалните кабелни пътища, за да се предотврати разпространението на огън и дим между етажите.
- Пач панели и разпределителни рамки – Пач панелите или разпределителните рамки могат да бъдат инсталирани в междинни точки по протежение на вертикалния кабелен път. Те позволяват терминиране на кабели и улесняват връзките между различни секции на вертикалната кабелна инфраструктура.
- Хардуер за управление на кабели – Различен хардуер за управление на кабели, като кабелни връзки, ленти и скоби, се използват за осигуряване и менажиране на кабели във вертикалните пътища.

Основните функции на вертикалното окабеляване могат да бъдат представени, както следва:

- Междуетажна или междузонална свързаност – Вертикалното окабеляване служи като гръбнак на структурната кабелна система, свързвайки MDF на едно място с множество IDF на различни етажи или в различни зони на сградата.
- Прокарване и защита на кабелите – Вертикалните кабелни пътища гарантират, че кабелите се прокарват безопасно и сигурно между етажите, като се избягва повреда или смущения от друга сградна инфраструктура.
- Съответствие с правилата за противопожарна безопасност – Използването на противопожарни материали и кабели с нагнетателна квалификация във вертикалните кабелни пътища спомага да се поддържат стандартите за пожарна безопасност и да се предотврати разпространението на огън и дим в сградата.
- Разделяне на кабелите – Правилното групиране и свързване на кабели във вертикални канали гарантира, че кабелите за данни са адекватно отделени от захранващите кабели, минимизирайки електромагнитните смущения (ЕМИ) и поддържайки целостта на сигнала.
- Машабируемост – Инфраструктурата за вертикално окабеляване е проектирана да поеме бъдещ растеж в центъра за данни. Могат да се добавят допълнителни кабели за поддържане на нови IDF местоположения или увеличен трафик на данни.

- Гъвкавост – Поддържащото окабеляване позволява гъвкавост при проектирането и разширяването на мрежата. Промените в оформлението на мрежата или добавянето на нови етажи могат да бъдат приети без големи прекъсвания на кабелната инфраструктура.
- Управление на кабели – Хардуерът и системите за управление на кабели във вертикални пътища гарантират, че кабелите са организирани, етикетирани и защитени, опростявайки поддръжката и отстраняването на проблеми.
- Излишък – В някои случаи кабелни пътища в излишък могат да бъдат внедрени във вертикалната инфраструктура, за да се осигури резервиране на мрежата и минимизиране на риска от прекъсване на мрежата.
- Документиране и етиктиране – Подобно на други компоненти на структурното окабеляване, правилната документация и етиктиране са от важно значение за вертикалната кабелна инфраструктура. Това спомага за идентифициране на кабели и връзки, което прави поддръжката и отстраняването на неизправности по-ефективни.

Вертикалното окабеляване в центрове за данни и големи сгради е отговорно за установяването и поддържането на вертикалната кабелна инфраструктура, която свързва централния MDF с IDF на различни етажи или в различни зони. Неговите компоненти и функции допринасят за скалируемостта на мрежата, гъвкавостта, безопасността и ефективността, като осигуряват надеждна свързаност и пренос на данни в цялото съоръжение.

5.2.7 Поддържащо и хоризонтално окабеляване

Поддържащото и хоризонталното окабеляване са важни елементи на структурната кабелна система, отговорни за свързването на крайни потребителски устройства към мрежата и осигуряващи поддръжка за инфраструктурата на центъра за данни. Хоризонталното окабеляване се отнася до мрежовото окабеляване, което преминава от междинната разпределителна рамка (IDF) в телекомуникационната стая до отделни работни зони в рамките на центъра за данни, включително кабинни, офиси и сървърни ракове.

Основните компоненти на хоризонталното окабеляване могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Етернет кабели – Обикновено кабели Cat 6 или Cat 6a се използват за хоризонтално окабеляване.

- Пач кабели – Къси Етернет кабели с конектори (RJ-45), използвани за свързване на устройства към стенни розетки, жакове или мрежово оборудване.
- Стенни розетки – монтирани на стена съединители, които служат като крайни точки за хоризонтално окабеляване.
- Кабелни пътища – Тръби, кабелни скари или канали, използвани за прокарване и защита на хоризонтални кабели в сградата. [9]

Поддържащото окабеляване обхваща кабелната инфраструктура, която свързва различни компоненти и оборудване на центъра за данни, включително:

- Захранващо окабеляване – Окабеляване за осигуряване на електрическо захранване на сървъри, мрежово оборудване и други устройства в центъра за данни.
- Заземяване и свързване – Окабеляване, използвано за заземяване и свързване, за да се осигури електрическа безопасност и да се предотвратят електрически проблеми.
- Оптични кабели – В случаите, когато се изисква високоскоростно предаване на данни, оптични кабели могат да се използват за поддържащо окабеляване за свързване на мрежови комутатори и друго оборудване.

Функциите на поддържащото окабеляване и хоризонталното окабеляване могат да бъдат обособени, както следва:

- Свързване на крайния потребител – Хоризонталното окабеляване свързва устройствата на крайния потребител (напр. компютри, телефони, принтери) към мрежата. Това гарантира, че персоналът на центъра за данни и потребителите имат достъп до мрежата на своите работни станции.
- Свързване на сървърен рак – Хоризонталното окабеляване се простира до сървърни шкафове и стелажи в центъра за данни, осигурявайки свързаност за сървъри, комутатори и друго мрежово оборудване.
- Структурирана свързаност – Поддържащото окабеляване и хоризонталното окабеляване се придържат към стандартите за структурно окабеляване (напр. TIA/EIA-568, ISO/IEC 11801), за да поддържат стандартизирана и организирана кабелна инфраструктура.
- Менажиране на кабелите – Управлението на кабелите в рамките на хоризонталното и поддържащо окабеляване гарантира, че кабелите са

маршрутизирани и организирани по подреден начин. Това намалява бъркотията на кабелите и улеснява поддръжката и отстраняването на проблеми.

- Гъвкавост и мащабируемост – Кабелната инфраструктура е проектирана да бъде гъвкава и мащабируема, позволявайки добавянето на нови устройства и оборудване, тъй като нуждите на центъра за данни се променят с времето.
- Минимизиране на смущенията – Правилното разделяне и организиране на кабелите спомага за минимизиране на електромагнитните смущения (ЕМИ) и поддържане целостта на сигнала, осигурявайки надеждно предаване на данни.
- Висока наличност – Резервирането може да бъде приложено в хоризонталното окабеляване, за да се осигури достъпност на мрежата и да се минимизира времето за престой в случай на повреда на оборудване или кабел.
- Безопасност и съответствие – Поддържащите кабели, включително захранващите кабели, се инсталират и управляват с акцент върху безопасността и съответствието с електрическите кодекси и разпоредби.
- Документация и етикетиране – Подобно на други компоненти на структурното окабеляване, точната документация и етикетиране на кабели, конектори и оборудване са от съществено значение за ефективната поддръжка и отстраняване на проблеми.
- Физическа сигурност – Гарантирането на физическата сигурност на хоризонталното и поддържащото окабеляване е от ключово значение за предотвратяване на неоторизиран достъп или манипулиране, което може да наруши мрежовите операции.

Поддържащото и хоризонталното окабеляване [9] са неразделна част от структурната кабелна система в центрове за данни. Те осигуряват свързаност с устройства на крайни потребители, сървъри и мрежово оборудване, като същевременно се придържат към стандартите за структурно окабеляване и най-добрите практики. Правилната организация, мащабируемостта и вниманието към безопасността и съответствието са съществени аспекти на тези функции за окабеляване в средата на центъра за данни.

5.2.8. Телекомуникационни ракове и кабинни

Телекомуникационните ракове и кабинни служат като основни заграждения за настаняване и организиране на мрежово оборудване, съединителни панели и окабеляване в центъра за данни.

Основните компоненти на телекомуникационните ракове или кабинни могат да бъдат представени, както следва:

- Стелаж или корпус на рак – Основната структура е метален шкаф или корпус на рака, който осигурява физическа защита и сигурност за мрежовото оборудване и кабелите. Предлагат се в различни размери (напр. 19-инчова или 23-инчова ширина), за да поберат различно оборудване.
- Монтажни релси или шини – Регулируемите монтажни шини вътре в кутията позволяват инсталирането на мрежово оборудване като комутатори, рутери, пач панели, сървъри и блокове за разпределение на енергия (PDU). Тези релси често имат стандартизирано разстояние, за да поемат нормирани устройства, монтирани в рака.
- Вентилация и охлаждане – Много ракове са оборудвани с вентилатори, изпускателни системи или функции за управление на въздушния поток за контролиране на температурата и осигуряване на правилно охлаждане на инсталираното оборудване.
- Врати и панели – Шкафовете могат да имат предни и задни врати, странични панели и подвижни панели за лесен достъп до оборудването и окабеляването. Тези врати могат да бъдат твърди или перфорирани за въздушен поток.
- Менажиране на кабели – Вградените функции за менажиране на кабели, като кабелни скари, кабелни пръстени и вертикални кабелни мениджъри, спомагат за организирането и насочването на кабелите спретнато, за да се намали безпорядъкът и да се подобри въздушният поток.
- Разпределение на захранването – Някои ракове се доставят с вградени модули за разпределение на захранването (PDU) или имат възможности за прикрепване на PDU за разпределяне на електрическа енергия към монтираното оборудване.
- Заземяване и свързване – Често се включват заземяващи шини или ленти, за да се осигури правилно заземяване и свързване на оборудването и кабелите, повишавайки електрическата безопасност.
- Сигурност – Раковете е възможно да разполагат със заключващи механизми, системи за контрол на достъпа и функции за сигурност за предотвратяване на неотризиран достъп до мрежовото оборудване.

- Наблюдение и управление – Редица усъвършенствани шкафове могат да включват системи за наблюдение, които предоставят данни в реално време за температура, влажност, консумация на енергия и сигурност, позволявайки дистанционно управление и предупреждения.

Основните функции на телекомуникационните ракове могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Корпус на оборудването – Основната функция на телекомуникационния рак е да осигури безопасно, организирано и защитено „жилище“ за мрежово оборудване, включително комутатори, рутери, сървъри, пач панели и др.
- Управление на кабели – Шкафовете включват функции за управление на кабели, за насочване и организиране на кабели, с цел намаляване на претрупването на кабели, предотвратяване на заплитане и улесняване при идентифициране и поддръжка.
- Физическа сигурност – Телекомуникационните ракове подобряват физическата сигурност чрез осигуряване на заключващи механизми и контрол на достъпа за предотвратяване на неоторизиран достъп до чувствително мрежово оборудване и данни.
- Въздушен поток и охлаждане – Правилно проектираните шкафове включват системи за управление на въздушния поток и охлаждане за поддържане на оптимални работни температури за мрежовото оборудване, предотвратявайки прегряване и повреди на устройствата.
- Оптимизиране на пространството – Раковете максимизират използването на пространството в центъра за данни, като предоставят стандартизирана и организирана рамка за инсталиране на оборудване, намалявайки необходимия физически отпечатък.
- Резервиране и надеждност – Опциите в излишък за разпределение на мощността и охлаждане могат да бъдат интегрирани в раковете, за да се гарантира надеждността на оборудването и да се минимизира времето за престой.
- Отдалечено наблюдение – Някои усъвършенствани шкафове са оборудвани със системи за наблюдение, които позволяват на администраторите на центрове за данни да наблюдават дистанционно и управляват състоянието на оборудването, условията на околната среда и сигурността.
- Гъвкавост и мащабируемост – Раковете могат да бъдат преконфигурирани и разширени, за да поемат ново оборудване или промени в инфраструктурата на центъра за данни, осигурявайки мащабируемост и гъвкавост.

- Електрическа безопасност – Разпоредбите за заземяване и свързване в ракове и кабинни осигуряват подходяща електрическа безопасност, намалявайки риска от електрически проблеми и повреда на оборудването.

Телекомуникационните ракове и кабинни са жизненоважни компоненти на инфраструктурата на центъра за данни, служещи като сигурни и организирани заграждения за мрежово оборудване и окабеляване. Техните компоненти и функции допринасят за защитата на оборудването, управлението на кабелите, охлаждането, сигурността и цялостната оперативна ефективност в средата на центъра за данни.

5.2.9. Телекомуникационна стая

Телекомуникационната стая (TR) служи като ключов център за управление на мрежови връзки и оборудване в рамките на инфраструктурата на центъра за данни.

Основните компоненти на телекомуникационната стая могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Ракове и стелажи – Телекомуникационните стаи съдържат ракове и стелажи, подобни на тези в самия център за данни. Тези шкафове се използват за поставяне на мрежово оборудване, пач панели и друг хардуер, необходим за мрежово разпространение.
- Структурно окабеляване – TR съдържат структурирана кабелна система, която свързва основната разпределителна рамка (MDF) с междинните разпределителни рамки (IDF) на различни етажи или в различни зони на сградата. Това окабеляване включва вертикални кабелни пътища и хоризонтално окабеляване.
- Пач панели – Пач панелите в TR осигуряват централизирана точка за терминиране на хоризонтални кабели от IDF и разпределянето им към мрежово оборудване, като суичове и рутери.
- Мрежово оборудване – Телекомуникационните стаи често съдържат мрежови комутатори, рутери, защитни стени и други мрежови устройства, които се използват за маршрутизиране и управление на трафика на данни в центъра за данни и в цялата сграда.
- Блокове за разпределение на енергия (PDU) – В телекомуникационните стаи могат да бъдат инсталирани PDU, за да разпределят електрическа енергия към мрежово оборудване и сървъри, разположени в помещението.

- Контрол на околната среда – Системите за контрол на температурата и влажността, като климатични модули и вентилационни системи, са инсталирани, за да поддържат стабилна и оптимална среда за мрежовото оборудване.
- Мерки за сигурност – Телекомуникационните стаи са оборудвани с мерки за сигурност, включително системи за контрол на достъпа, камери за наблюдение и системи за откриване на проникване, за предотвратяване на неоторизиран достъп и защита на критичната мрежова инфраструктура.
- Заземяване и свързване – Правилното заземяване и свързване са от съществено значение в телекомуникационните стаи, за да се осигури електрическа безопасност и да се предпазят от електрически повреди.
- Инструменти за наблюдение и управление – Инструментите за наблюдение и управление на мрежата могат да бъдат разгърнати в TR за наблюдение на производителността на мрежата, откриване на проблеми и управление на мрежови устройства.

Основните функции, които изпълнява телекомуникационната стая са:

- Централна разпределителна точка – Телекомуникационните стаи служат като централни разпределителни точки за мрежова свързаност в сградата или центъра за данни. Те получават входящо окабеляване от MDF и го разпределят към IDF и работни зони.
- Терминиране на кабелите – Хоризонталните кабели от IDF се терминират на съединителни панели в TR, което позволява лесно кръстосано свързване към мрежово оборудване.
- Мрежово агрегиране – Мрежовите комутатори и рутери в телекомуникационните стаи събират трафик на данни от различни IDF и работни области. Те осигуряват високоскоростния гръбнак за взаимно свързване на различни части на мрежата.
- Резервиране и висока достъпност – Телекомуникационните стаи се проектират за резервиране и висока достъпност, с мрежово оборудване в излишък, източници на захранване и системи за охлаждане, за да се сведе до минимум времето за прекъсване на мрежата.
- Менажиране на кабели – Телекомуникационните стаи осигуряват правилно менажиране на кабели, маршрутизиране и организация на кабелната инфраструктура, намалявайки бъркотията на кабелите и опростявайки поддръжката и отстраняването на проблеми.

- Контрол на околната среда – Системите за контрол на температурата и влажността поддържат оптимални работни условия за мрежовото оборудване, като гарантират надеждност и дълготрайност на оборудването.
- Сигурност – Мерките за сигурност в TR защитават критичната мрежова инфраструктура от неоторизиран достъп, подправяне или кражба. Системите за контрол на достъпа и наблюдение играят решаваща роля за сигурността.
- Наблюдение и управление – Инструментите за наблюдение и управление на мрежата в TR помагат на администраторите на центрове за данни да наблюдават производителността на мрежата, да откриват проблеми и да управляват мрежови устройства, като гарантират оптимална работа на мрежата.
- Документация и етикетирание – Точната документация и етикетирание на кабели, съединителни панели, оборудване и връзки в TR са жизненоважни за ефективна поддръжка, отстраняване на неизправности и бъдещо разширяване.

Телекомуникационната стая (TR) представлява централно място за мрежова свързаност и управление в рамките на центрове за данни и сгради. Нейните компоненти и функции играят съществена роля за осигуряване на надеждна комуникация и пренос на данни, мрежова сигурност и ефективни мрежови операции.

5.2.10. Работна зона

Работната зона, известна още като потребителска зона, е последната част от структурната кабелна система, където устройствата на крайния потребител се свързват към мрежата.

Основните компоненти на работната зона могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Стенни розетки и предни панели – Стенните розетки осигуряват жакове или букси, представляващи физическите портове на стената или пода, където устройствата на крайния потребител се свързват към мрежата. Предните плочи покриват стенните розетки, осигурявайки чист и организиран вид, като същевременно защитават връзките.
- Пач кабели – Пач кабелите са къси Етернет кабели с конектори (обикновено RJ-45) в двата края. Те се използват за свързване на устройства

на крайния потребител, като компютри, телефони, принтери и точки за достъп, към стенните розетки.

- Устройства за крайни потребители – Работната зона включва различни устройства за крайни потребители, като настолни компютри, лаптопи, IP телефони, принтери, скенери и друго мрежово оборудване, използвано от персонала и потребителите на центъра за данни.
- Безжични точки за достъп – В някои случаи безжичните точки за достъп се разполагат в работни зони, за да осигурят безжична (Wi-Fi) свързаност за мобилни устройства и лаптопи.
- Менажиране на кабели – Решенията за управление на кабели, като кабелни скари и канали, се използват за насочване и защита на свързващи и захранващи кабели по изчистен и организиран начин.

Всяка работна зона трябва да осигурява минимум 2 съединителя или жака – за глас и за данни. Обичайна практика в структурните кабелни системи обаче е да се осигури резервиране и надеждна свързаност в тези зони, както за глас, така и за данни, поради което конфигурацията в повечето случаи е следната:

- Гласова свързаност – Гласов конектор 1 представлява първият конектор за глас, обикновено свързан към IP телефон или аналогов телефон. Позволява гласова комуникация по мрежата. Конекторът обикновено е етикетирани или идентифициран като гласов порт. Гласов конектор 2 представлява вторият гласов конектор и служи като резервен или излишен порт за гласова комуникация. Ако в основния гласов конектор е наличен проблем или повреда, потребителят може да превключи към този резервен порт, за да поддържа гласова свързаност.
- Свързаност за данни – Конектор за данни 1 представлява първият конектор за данни, който се използва за пренос на данни и е свързан към компютъра, лаптопа или други устройства за данни на потребителя. Той осигурява достъп до локалната мрежа за задачи като достъп до интернет, имейл и приложения за данни. Конектор за данни 2 представлява вторият конектор за данни, който служи като резервен порт за комуникация на данни. Ако в основния конектор за данни се изпитват проблеми или има повреда, то потребителят може да превключи към този резервен порт, за да поддържа връзката налична.

Работната зона може да бъде представена със следните функции и характеристики:

- Свързване на крайния потребител – Основната функция на работната зона е да осигури на устройствата на крайния потребител свързаност към мрежата на центъра за данни. Това включва достъп до данни, приложения и комуникационни услуги.
- Свързване от типа „включи и работи“ (Plug-and-Play) – Използването на стенни розетки, предни панели и кабели за свързване опростява процеса на свързване и изключване на крайни потребителски устройства, което позволява лесна функция „включи и работи“.
- Физическа сигурност – Работната зона трябва да е физически защитена, за да се предотврати неоторизиран достъп до мрежови портове и устройства. Мерките за сигурност могат да включват заключващи механизми на стенни розетки и контрол на достъпа.
- Организация на кабелите – Правилното управление на кабелите в работната зона гарантира, че кабелите са насочени, етикетирани и защитени, намалявайки претрупването и улеснявайки идентифицирането и поддържането на връзките.
- Гъвкавост – Работната зона трябва да бъде проектирана да побира различни устройства и конфигурации на крайни потребители, което позволява гъвкавост при разполагане на устройства и достъп до мрежата.
- Безжична свързаност – В допълнение към кабелните връзки, някои работни области може да предлагат безжична свързаност чрез точки за достъп, осигурявайки мобилност и гъвкавост за потребители с лаптопи и мобилни устройства.
- Поддръжка за IP телефония – Много организации разполагат IP телефони в работните зони, което позволява гласова комуникация през мрежата за данни. Тези телефони изискват мрежова свързаност, осигурена от инфраструктурата на работната зона.
- Отдалечен достъп – Работните зони могат да бъдат оборудвани с решения за отдалечен достъп, като свързаност за виртуална частна мрежа (VPN), за да се позволи на потребители извън обекта да имат защитен достъп до мрежата на центъра за данни.
- Мащабируемост – Инфраструктурата на работната зона трябва да може да се мащабира, за да поеме промените в броя на крайните потребителски устройства и променящите се мрежови изисквания.

Работната зона в центровете за данни е крайната точка на свързване, където устройствата на крайния потребител се свързват със структурираната кабелна система. Тя играе важна роля в осигуряването на надеждна мрежова свързаност на персонала и потребителите на центъра за данни,

като същевременно осигурява правилна кабелна организация, сигурност и гъвкавост, за да отговори на разнообразните нужди на работната среда.

5.3. Подходи при изграждане на вертикално окабеляване

Вертикалното окабеляване, известно още като опорно окабеляване или щрангово окабеляване, служи като основна връзка между различни етажи или зони в центъра за данни. То свързва основната разпределителна зона (MDF) на един етаж с разпределителните зони на други етажи, включително междинни разпределителни зони (IDF) и хоризонтални разпределителни зони (HDF). [8] [9]

Вертикалното окабеляване служи като гръбнак на мрежата на центъра за данни, свързвайки основно мрежово оборудване като рутери и основни комутатори в MDF с разпределително оборудване на други етажи. Тази инфраструктура позволява потока от данни между различни области на центъра за данни.

Изграждането на вертикално окабеляване между етажите на център за данни или многоетажна сграда включва внимателно планиране и монтаж, за да се осигури ефективна и надеждна комуникация между различните нива. Вертикалното окабеляване следва определени фази включително:

- Фаза на проектиране – Започва се с цялостна оценка на мрежовите изисквания на центъра за данни или сградата, включително настоящи и бъдещи нужди.
- Тип окабеляване – Определя се дали вертикалното окабеляване ще бъде изградено чрез медни (Етернет) кабели или оптични, като се вземат предвид фактори като разстояние, изисквания за честотна лента и електромагнитни смущения.
- Маршрути и пътища – Планират се маршрутите и пътищата за вертикалното окабеляване. Избира се местоположението на телекомуникационните стаи (TR) или междинните разпределителни рамки (IDF) на всеки етаж, както и разположението на тръбопроводи или кабелни скари.
- Избор на кабели и компоненти – Определят се подходящи типове кабели въз основа на дизайна, включително категорията (за мед) и спецификациите на оптичните влакна (напр. одномодов или многомодов).
- Избор на конектори и терминаращо оборудване – Избират се конектори и терминаращо оборудване, съвместими с определения тип окабеляване, като се гарантира, че отговарят на индустриалните стандарти.

- Тръбопроводи или кабелни скари – Инсталират се специални тръби или кабелни скари, които минават вертикално между етажите. Тези канали предпазват кабелите и позволяват лесен монтаж и поддръжка.
- Точки за достъп – Осигуряват се точки за достъп на всеки етаж за вход и изход на кабела. Тези точки за достъп трябва да бъдат сигурни и добре защитени.
- Изтегляне на окабеляването – Изтеглят се вертикалните кабели във всеки тръбопровод или кабелна скара. Обръща се специално внимание на менажирането на кабелите, за да се избегнат прегъвания, усуквания или остри завои, които могат да влошат производителността.
- Етикетирание – Етикетират се кабелите в двата края с уникални идентификатори, което улеснява проследяването на връзките по време на отстраняване на неизправности или поддръжка.

Допълнителни дейности свързани с вертикалното окабеляване се извършват, както следва:

- Междинни разпределителни рамки (IDF) или TR – Позиционират се IDF или TR на всеки етаж, където са необходими. Те служат като междинни точки за разпространение на вертикално окабеляване до местата на крайния потребител на пода.
- Завършване на кабела – Завършват се вертикалните кабели от всеки тръбопровод или кабелна скара в съответния IDF или TR. Инсталират се пач панели, суичове и друго необходимо оборудване за разпределение.
- Кръстосани връзки с хоризонталното окабеляване – Свързва се хоризонталното окабеляване, което се простира до местата на крайния потребител, към IDF или TR чрез съединителни панели или комутатори.
- Междуетажни връзки – Използват се свързващи кабели или кръстосани връзки, за да се свържат вертикалното окабеляване от IDF или TR на долния етаж към IDF или TR на горния етаж, създавайки междуетажни връзки.
- Тестване на кабели – Тества се щателно цялата инфраструктура за вертикално окабеляване, като се използва подходящо оборудване за тестване, за да се обезпечи, че отговаря на стандартите за производителност.
- Сертифициране – Сертифицира се инсталираното окабеляване, за да се провери дали то се придържа към индустриалните стандарти за цялост и качество на сигнала.

- Документация – Създава се подробна документация, която включва кабелни карти, диаграми за етикетиране и записи на резултатите от тестове за бъдещи справки и отстраняване на проблеми.
- Сигурност и контрол на достъпа – Прилагат се мерки за физическа сигурност, включително врати със заключващ механизъм и контрол на достъпа, за да се предотврати неоторизиран достъп до TR и IDF.
- Мониторинг – Внедрява се непрекъснат мониторинг на инфраструктурата за вертикално окабеляване, за да откриват проблемите своевременно.
- Планирани инспекции – Провеждат се редовни инспекции и поддръжка, за да е сигурно, че кабелите остават в оптимално състояние.

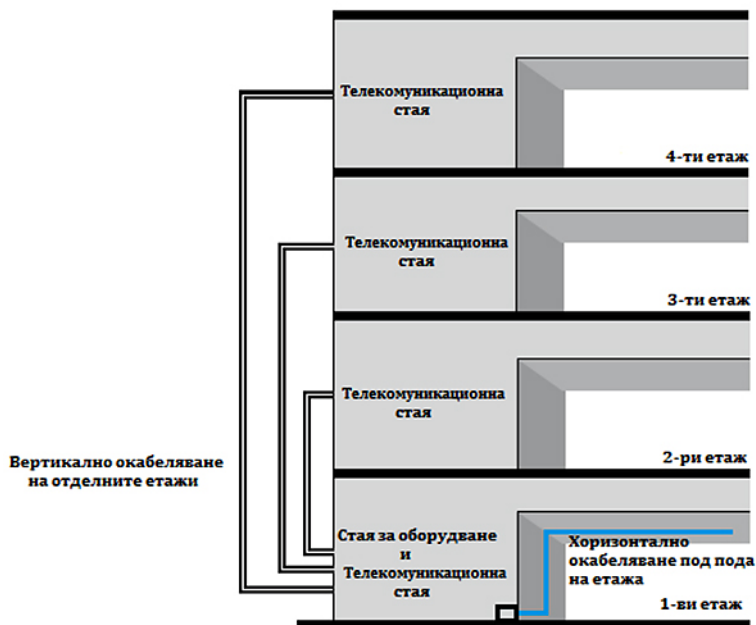
Вертикалното окабеляване следва стандартите за структурно окабеляване като TIA/EIA-568 или ISO/IEC 11801 [22] [26], за да се гарантира еднаквост и съвместимост.

Спазването на противо-пожарни правила и безопасност е от ключово значение при внедряването на вертикално окабеляване. Възможно е да са необходими пожароустойчиви тръбопроводи или кабели, за да отговарят на строителните норми и да се гарантира безопасността на кабелната инфраструктура.

За да подобрят надеждността на мрежата, центрове за данни често прилагат резервиране в своето вертикално окабеляване. Кабелите и кабелните пътища в излишък могат да осигурят непрекъснатост на мрежата в случай на повреда на кабела или повреда на оборудването.

Вертикалното окабеляване между етажите е съществен компонент от комуникационната инфраструктура на сградата и внимателното планиране, инсталиране и поддръжка са от съществено значение за гарантиране на надеждността и производителността на това окабеляване. Следването на индустриалните стандарти и най-добрите практики е от решаващо значение за успешната инсталация на вертикално окабеляване.

На фигура 17 е илюстриран пример за вертикално и хоризонтално окабеляване в център за данни.

**Легенда:**

- ══** Вертикално окабеляване
- Хоризонтално окабеляване

Фиг. 17 Вертикално и хоризонтално окабеляване в център за данни
(Източник [61])

5.4. Подходи при изграждане на хоризонтално окабеляване

Хоризонталното окабеляване [8] в център за данни представлява съществен компонент от цялостната мрежова инфраструктура, тъй като свързва основната мрежова инфраструктура на центъра за данни, обикновено разположена в главна разпределителна зона или MDF, с отделните ракове на центъра за данни, където са инсталирани сървърите и мрежовото оборудване. Това окабеляване може да бъде монтирано по няколко начина, включително под повдигнати подове и окачено над раковете, в зависимост от дизайна и оформлението на центъра за данни.

Центровете за данни често имат повдигнати подове за достъп, които се състоят от подвижни подови плочки от здрав нечуплив материал, поддържани от пиедестали. Пространството под тези повдигнати подове се използва за разполагане на различни инфраструктурни компоненти, включително окабеляване.

Подход с изграждане на хоризонтално окабеляване под повдигнати подове:

- Кабелни скари – В някои центрове за данни хоризонталните кабели се прокарват под повдигнатия под с помощта на кабелни скари. Тези скари са метални или пластмасови конструкции, които поддържат и организират кабелите. Те често се инсталират под повдигнатите подови плочки и осигуряват път за преминаване на кабелите от MDF към отделните ракове. Кабелните скари спомагат за поддържането на чисто и организирано разположение на кабелите, като същевременно позволяват лесен достъп и бъдещи модификации.
- Тръби – Това са защитни канали или тръби, използвани за обвиване и защита на мрежови кабели. Те могат също така да се монтират под повдигнатия под, за да прокарат кабелите от едно място на друго. Тръбите осигуряват физическа защита и могат да помогнат за предотвратяване на повреда на кабела.
- Точки за достъп – Точките за достъп са стратегически разположени отвори в повдигнатите подови плочки, които позволяват на кабелите да преминават от положение „под пода“ към положение „над пода“. Тези точки за достъп обикновено се намират близо до сървърни ракове и стелажи.
- Кабели с усукана двойка – Етернет кабелите, като Cat 5e, Cat 6 или Cat 6a, най-често се използват за хоризонтално окабеляване, с цел свързване на сървъри, комутатори и друго мрежово оборудване към централната мрежова инфраструктура. [7] [8]
- Оптични кабели – В случаите, когато се изисква високоскоростна връзка и връзка на дълги разстояния, за хоризонтално окабеляване се използват оптични кабели (едномодови или многомодови).
- Правилно менажиране на кабелите – От ключово значение е да се използват техники за менажиране на кабели, като кабелни връзки, велкро ленти и кабелни организатори, за да е сигурно, че кабелите са спретнато организирани и закрепени под повдигнатия под. Това спомага за предотвратяване на повреда на кабела и позволява по-лесна поддръжка. Също така правилното управление на кабелите е съществено за поддържане на въздушния поток за целите на охлаждането.
- Тестване и сертифициране – След инсталирането всеки кабел трябва да бъде тестван и сертифициран, за да се гарантира, че отговаря на необходимите стандарти за работа. Тестерите за кабели се използват, за да се провери дали кабелната инфраструктура може да поддържа

желаните скорости на данни и надеждност и дали жилата на кабелите не са прекъснати и провеждат сигнал.

Подход на изграждане на хоризонтално окабеляване с окачени конструкции над ракове:

- Надземни кабелни скари/стойки – В някои центрове за данни, особено тези с високи тавани или ограничено пространство под пода, хоризонталното окабеляване е окачено над раковете с помощта на надземни кабелни скари или стойки. Тези конструкции са монтирани на тавана и осигуряват път за преминаване на кабелите от MDF към шкафовете.
- Кабелни стълби – Кабелните стълби са подобни на кабелните скари, но са проектирани да бъдат окачени на тавана. Те често се използват за насочване на хоризонтални кабели и захранващи кабели над раковете в центрове за данни.
- Вертикални капки – При всяка стойка или рак се използват вертикални кабелни капки, за да отвеждат кабелите от горните скари или кабелните стълби надолу към оборудването. Тези капки обикновено са оборудвани с решения за управление на кабелите, за да поддържат кабелите организирани и да предотвратят заплитане.
- Точки за достъп – Точките за достъп или куките за кабели могат да бъдат монтирани на раковете, за да направляват и закрепват кабелите, докато се спускат от таваните на съоразението. Тези точки за достъп гарантират, че кабелите са насочени чисто до местоназначението им в рака.
- Съображения за безопасност – Безопасността е критичен фактор при окачване на кабели на тавана в центъра за данни. Правилните методи на монтаж, сигурното инсталиране и товароносимостта на надземните носещи конструкции са от ключово значение за предотвратяване на инциденти.

Когато се изгражда хоризонтално окабеляване, от съществено значение е да се спазват и придържат индустриалните стандарти и най-добрите практики за инсталиране на кабели, като TIA/EIA-568 за структурни кабелни системи [8] [9]. Правилното етикетирание на кабелите, документацията и тестването също са от съществено значение за гарантиране на целостта и надеждността на мрежата на центъра за данни. Освен това е важно да се вземат предвид фактори като управление на кабелите, резервиране и бъдеща мащабируемост, когато се проектира и внедрява хоризонтално окабеляване в център за данни, за да се осигури стабилна и благоприятна за поддръжка инфраструктура.

6. Системи за резервиране и архивиране

Системите за резервиране и архивиране в центровете за данни са критични компоненти за осигуряване на висока наличност, устойчивост на грешки и възстановяване след бедствие или авария. Тези системи са проектирани да минимизират времето на престой, да намалят риска от загуба на данни и да поддържат непрекъснати операции в центъра за данни.

Основните компоненти на системите за резервиране и архивиране в центровете за данни могат да бъдат представени, както следва:

- Хардуер в излишък – Центровете за данни използват дублиращи се хардуерни компоненти, като сървъри, мрежово оборудване и устройства за съхранение. Това резервиране гарантира, че ако един компонент се повреди, друг може да поеме безпроблемно работата му. Хардуерът в излишък често включва компоненти с възможност за „гореща“ смяна, които могат да бъдат заменени без прекъсване на операциите.
- Мрежово резервиране – Множество мрежови трасета и връзки от различни оператори или доставчици на услуги осигуряват непрекъснато предаване на данни. Комутаторите и рутерите в излишък могат автоматично да пренасочват трафика в случай на повреда в мрежата, поддържайки свързаността.
- Резервно хранване – Непрекъсваемите хранващи устройства (UPS) и резервните генератори осигуряват допълнително резервно хранване. Системите UPS предлагат незабавно хранване по време на кратки прекъсвания, докато генераторите могат да поддържат операции за продължителни периоди при прекъсване на хранването.
- Охлаждане в излишък – Системите за охлаждане в излишък, включително климатични модули и прецизно охлаждащо оборудване, предотвратяват прегряване и поддържат оптимална температура в центъра за данни. Повредата на една охлаждаща система се компенсира от други.
- Архивиране на данни – Данните се архивират редовно във вторични системи за съхранение, както на място, така и извън съоразението. Тези резервни копия могат да бъдат пълни, инкрементални или диференциални, в зависимост от целта за точка на възстановяване (RPO). Разширените решения за архивиране често включват дедупликация на данни и компресия за оптимизиране на съхранението.
- Репликация – За критични приложения и данни се използва репликация в реално или почти реално време за създаване на копия на отделни

системи или центрове за данни в различен географски район. Това гарантира минимална загуба на данни в случай на хардуерен срив.

- **Технология за моментни снимки** – Моментните снимки улавят състоянието на данните в определен момент от време, което позволява бързо възстановяване до тази точка. Това е особено полезно за възстановяване от повреда на данни или случайно изтриване.
- **Отказоустойчиви клъстери** – Сървъри в излишък се конфигурират в клъстери с автоматизирани отказоустойчиви механизми. Ако един сървър изпитва проблем, трафикът се пренасочва гладко към друг, осигурявайки непрекъсната наличност на услугата.

Основните функции на системите за резервиране и архивиране в централите за данни могат да бъдат систематизирани, както следва:

- **Толерантност към грешки** – Системите за резервиране осигуряват толерантност към грешки, като гарантират, че дори ако даден компонент се повреди, друг поема управлението без прекъсване. Това минимизира времето за престой и поддържа наличността на услугата.
- **Възстановяване след бедствие или авария** – Системите за архивиране играят жизненоважна роля при възстановяването след бедствие или авария, като позволяват възстановяването на данни и приложения до известно добро състояние в случай на катастрофални събития, като природни бедствия или кибератаки.
- **Защита на данните** – Както системите за резервиране, така и системите за архивиране защитават целостта на данните. Излишъкът предпазва от хардуерни повреди, докато резервните копия предпазват от повреда на данните, случайни изтривания и други сценарии за загуба на данни.
- **Висока наличност** – Комбинацията от системи за резервиране и архивиране допринася за висока наличност, като гарантира, че критичните услуги и приложения са достъпни за потребителите денонощно.
- **Съответствие** – Центровете за данни често трябва да отговарят на регулаторни изисквания и нормативи за съответствие, които налагат възможности за запазване на данни, архивиране и възстановяване. Тези системи спомагат при изпълнението на тези задължения.
- **Ефективно използване на ресурсите** – Системите за резервиране и архивиране допринасят за оптимизиране на използването на ресурсите. Като гарантират, че ресурсите са налични, когато е необходимо, организациите могат да разпределят ресурсите по-ефективно, намалявайки оперативните разходи.

Системите за резервиране и архивиране са фундаментални за надеждността и издръжливостта на центровете за данни. Те осигуряват необходимата инфраструктура и процеси за осигуряване на наличност на данни, непрекъснатост на операциите и защита срещу различни видове повреди и бедствия, което ги прави незаменими компоненти на съвременната архитектура на центрове за данни.

7. План за бедствия и аварии

Всеки център за данни е изключително важно да разполага с цялостен план за бедствия и аварии [13], с който да се гарантира непрекъснатостта на операциите и безопасността на персонала и данните в съоразението.

Изготвянето на план за бедствия и аварии трябва да следва редица точки и да има формулирани ясни цели и задачи.

Като цели на плана могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Непрекъснатост на центъра за данни – Да се осигури непрекъснатата работа на критичните функции на центъра за данни, дори при неочаквани извънредни ситуации или бедствия.
- Безопасност на персонала – Да се даде приоритет на безопасността и благосъстоянието на служителите в центъра за данни, посетителите и изпълнителите по време на извънредни ситуации.
- Защита на данни и активи – Да се защитят чувствителни данни, оборудване и инфраструктура от повреда, кражба или неоторизиран достъп.
- Навременно възстановяване – Да се активира бърз и ефективен процес на възстановяване, за да сведете до минимум времето на престой и загубата на данни в случай на инцидент.
- Ефективна комуникация – Да се създадат ясни и ефективни канали за комуникация, за да се поддържат заинтересованите страни информирани и координирани по време на извънредни ситуации.
- Съответствие и спазване на нормативните изисквания – Необходимо е потвърждение, че планът е в съответствие с индустриалните и правителствени разпоредби и стандарти.

Като задачи на плана могат да бъдат формулирани, както следва:

- Намаляване на риска – Да се идентифицират и оценят потенциалните рискове и опасности, които биха могли да повлияят на операциите на центъра за данни и да се разработят стратегии за отстраняването или редуцирането им.
- Реагиране при спешни случаи – Да се създаде добре дефиниран екип за реагиране при спешни случаи с ясни роли и отговорности, за да се управляват и координират ефективно действията по време на кризи.
- Евакуация и безопасност – Да се създадат изчерпателни планове за евакуация, включително маршрути и сборни точки, за да се гарантира безопасността на целия персонал и посетителите по време на извънредни ситуации.
- Защита и възстановяване на данни – Да се разработят стабилни процедури за архивиране и възстановяване на данни с дефинирани обективно време за възстановяване (RTO) и цел за точка на възстановяване (RPO), за да се минимизират загубите на данни и времето на престой.
- Мерки за сигурност – Да се внедрят протоколи за сигурност и контрол на достъпа, за да се защитят физическите и цифровите активи на центъра за данни по време на инциденти.
- Наличност на ресурси – Да се поддържат необходимите ресурси, като резервно хранване и консумативи, за осигуряване на операции по време на извънредни ситуации.
- Комуникационен план – Да се създаде комуникационен план, който включва списъци с контакти и процедури за уведомяване и актуализиране на вътрешни и външни заинтересовани страни.
- Обучение и тренировки – Да се провеждат редовни тренировки и обучение при извънредни ситуации, за да е сигурно, че персоналът е подготвен да реагира ефективно на различни видове извънредни ситуации.
- Документиране и докладване – Да се установят ясни процедури за документиране на инциденти, действия за реагиране и докладване на ръководството и съответните органи.
- Поддръжка на план – Да се планират рутинни прегледи и актуализации на плана, за да се отразяват промените в средата на центъра за данни и възникващите рискове.
- Съответствие с нормативната уредба – Да се потвърди, че планът остава в съответствие с индустриалните и правителствените разпоредби и стандарти и да бъде адаптиран, ако е необходимо, за да отговаря на новите изисквания.
- Разпределение на бюджета – Да се разпредели подходящ бюджет и ресурси за прилагане, поддържане и непрекъснато подобряване на плана.

Чрез дефиниране на тези ясни цели и задачи, планът за бедствия и извънредни ситуации на центърът за данни ще служи като стратегическа рамка за справяне с широк набор от потенциални проблеми и гарантиране на устойчивостта на операциите на центъра.

Основните точки, които трябва да следва планът за бедствия и аварии могат да бъдат систематизирани, както следва:

- Значение на плана – Обяснение на значението на плана за осигуряване на устойчивост на центъра за данни. Идентифициране на най-критичните функции и активи в центъра за данни.
- Оценка на риска – Цялостен анализ на потенциални заплахи, като природни бедствия, прекъсвания на електрозахранването и кибератаки. Оценяване на вероятността и потенциалното въздействие на всеки идентифициран риск за приоритизиране на усилията за готовност.
- Екип за спешно реагиране – Състав на екипа за реагиране при извънредни ситуации, включително роли като главнокомандващ при инцидент, координатор по комуникация и мениджър на ресурси. Ясно разграничаване на отговорностите и информация за контакт с членовете на екипа.
- Спешна комуникация – Подробен план за вътрешна и външна комуникация при извънредни ситуации, включително списъци с контакти и процедури за уведомяване на заинтересованите страни. Протоколи за ескалиране на комуникацията с развитието на ситуацията.
- План за евакуация – Карти, показващи маршрути за евакуация и сборни точки. Специални съображения за подпомагане на служители с увреждания или специфични нужди. Изисквания за обучение и графици за персонала, за да се осигури гладка евакуация.
- Сигурност на центъра за данни – Политики и процедури за контролиране на физическия достъп до центъра за данни. Мерки за сигурност за предотвратяване на неоторизиран достъп по време на извънредни ситуации, включително процедури за блокиране.
- Архивиране и възстановяване на данни – Ясни указания за редовно архивиране на данни и процедури за съхранение извън сайта на сълажението. Дефинирани цели за време за възстановяване (RTO) и цели за точка на възстановяване (RPO) за критични системи и данни.
- Управление на енергията – Описание на резервни източници на захранване (напр. генератори, системи за непрекъсваемо захранване). Графици за поддръжка и процедури за тестване на системи за резервно захранване, за да се гарантира тяхната надеждност.

- Контрол на околната среда – Обяснение на системите за мониторинг на температурата и влажността. Протоколи за справяне с екологични проблеми, като прегряване или наводнение, по време на извънредни ситуации.
- Системи за гасене на пожар – Преглед на използваните системи за гасене на пожар, като спринклери или противопожарни и почистващи препарати. Графици и процедури за тестване и поддръжка на оборудване за гасене на пожар.
- Инвентаризация на оборудването – Подробен опис на целия хардуер, софтуер и мрежово оборудване в центъра за данни. Процедури за маркиране на активи, проследяване и редовни актуализации на инвентара.
- Отношения между продавача и доставчика – Информация за връзка с важни търговци и доставчици. Планове за действие при извънредни ситуации за прекъсвания на веригата за доставки, гарантиращи, че критичните доставки могат да бъдат получени по време на извънредни ситуации.
- План за реакция при инцидент – Стъпка по стъпка процедури за реагиране на специфични типове инциденти (напр. пожар, наводнение, кибератака). Ясно дефинирана верига от команди и протоколи за вземане на решения за ефективна реакция.
- Обучение и тренировки – Текущи програми за обучение на служителите, за да се гарантира, че разбират ролята си по време на извънредни ситуации. График за провеждане на тренировки и учения за тестване на ефективността на плана и запознаване на персонала с процедурите при извънредни ситуации.
- Документация и отчетност – Формуляри и шаблони за документиране на инциденти и ответни действия. Процедури за докладване за уведомяване на управленските и регулаторните органи, ако е необходимо.
- Преглед и ревизия – Редовен график за преглед и актуализиране на плана за отразяване на промените в средата на центъра за данни и променящите се рискове. Процедури за включване на поуците, извлечени от предишни инциденти, за подобряване на готовността.
- Съответствие с нормативните изисквания – Обезпечаване планът да отговаря на съответните индустриални и правителствени разпоредби, за да се избегнат правни и оперативни проблеми.
- Бюджет и ресурси – Разпределение на необходимите ресурси, включително бюджет, персонал и оборудване, за ефективно изпълнение и поддържане на плана.
- Приложения – Всички допълнителни документи, карти, списъци с контакти или технически спецификации, които придружават плана и предоставят допълнителен контекст по време на извънредни ситуации.

Важно е да се отбележи, че планът за бедствия и извънредни ситуации е ефективен само ако редовно се преглежда, тества и актуализира, за да отразява промените в средата на центъра за данни и променящия се характер на потенциалните рискове. Освен това е необходимо да се уверим, че всички служители са запознати с плана и са преминали подходящо обучение, за да изпълняват ролите си ефективно по време на извънредни ситуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дигиталната ера, в която живеем днес, центровете за данни играят ключова роля за гарантиране на функционирането на съвременното общество и бизнеса. Те служат като гръбнак на цифровата инфраструктура, осигурявайки критични услуги и решения за съхранение. Центровете за данни са от съществено значение, защото те улесняват обработката, извличането и съхранението на огромни количества данни, давайки възможност на организациите да вземат информирани решения и да предоставят онлайн услуги. Те осигуряват наличността и надеждността на чувствителни приложения, поддържащи индустрии, вариращи от финанси и здравеопазване до електронна търговия и развлечения. Центровете за данни играят ключова роля във възстановяването след бедствие и непрекъснатостта на бизнеса чрез защита на данните и осигуряване на резервиране на системи и услуги. Те допринасят за усилията за устойчивост чрез оптимизиране на енергийната ефективност и намаляване на отпечатъка върху околната среда от обработката на данни.

Центровете за данни се състоят от редица важни компоненти и функции, включително:

- Сървъри;
- Системи за съхранение на данни;
- Мрежова инфраструктура;
- Охлаждащи системи;
- Електрическа инфраструктура;
- Мерки за сигурност;
- Инструменти за наблюдение и управление;
- Системи за резервиране и архивиране.

Сървъри, рутери, комутатори, системи за съхранение, кабели и непрекъсваеми захранвания представляват хардуерната инфраструктура на центровете за данни. Тези компоненти играят основна роля в осигуряването на ефективност при обработката на данни, висока достъпност, виртуализация, управление, енергийна ефективност и сигурност.

Надеждното захранване е от основно значение за работата на центъра за данни. Това включва външни трансформатори, резервни генератори, електроразпределителни PDU устройства, статични STS превключватели, оборудване за регулиране на мощността, системи за наблюдение и контрол, батерийни системи, контрол на околната среда, мерки за енергийна ефективност и интегриране на възобновяеми енергийни източници.

Ефективното охлаждане е ключово за поддържане на оптимални работни условия за хардуера на центъра за данни. Това включва климатични модули, охладителни модули, климатични системи за компютърни зали (CRAC), охлаждащи блокове в сървърните редове, охладителни кули за разсейване на излишната топлина и други.

Структурното окабеляване е жизненоважно за организирана и ефективна свързаност в центровете за данни. Компоненти като MDF, IDF, ER, поддържащо окабеляване, ракове, телекомуникационни стаи и работни зони са щателно планирани и управлявани, за да осигурят безпроблемна комуникация и пренос на данни.

Центровете за данни внедряват цялостни системи за архивиране и възстановяване след бедствие, за да предпазят критичните данни и да осигурят непрекъснатост на бизнеса в случай на хардуерни повреди или непредвидени бедствия.

Всички тези компоненти работят във взаимодействие, за да създадат изключително надеждна и мащабируема среда, която дава възможност на организациите да предоставят услуги, да съхраняват и анализират данни и да реагират бързо на непрекъснато развиващите се изисквания на цифровия свят. Тъй като данните продължават да нарастват по важност, центровете за данни остават в сърцето на нашата цифрова екосистема.

В заключение центровете за данни са сложни, многостранни съоръжения, които са незаменими в светът, в който живеем, заобиколени от информация. Те изискват внимателно планиране, инвестиции и управление, за да се гарантира надеждност, ефективност и устойчивост. Като вземат предвид хардуерната инфраструктура, захранването, охлаждането, окабеляването и резервните системи, центровете за данни могат да продължат да поддържат непрекъснато разширяващата се цифрова екосистема, като същевременно минимизират въздействието върху околната среда и пред-

пазват от потенциални смущения. С развитието на технологиите центровете за данни ще продължат да се развиват заедно с тях, играейки централна роля в цифровия пейзаж за години напред. Тяхната текуща еволюция и интеграция на авангардни технологии ще бъде инструмент за овладяване на огромния потенциал на данните, изкуствения интелект и Интернет на нещата [16]. В този непрекъснато променящ се пейзаж центровете за данни ще останат в челните редици на иновациите, гарантирайки, че цифровото бъдеще е не само светло, но и устойчиво, ефективно и сигурно.

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ АБРЕВИАТУРИ

АБРЕВИАТУРА	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК
42U	42 UNITS	42 МОДУЛА
AC	ALTERNATING CURRENT	ПРОМЕНЛИВ ТОК
ACL	ACCESS CONTROL LIST	СПИСЪЦИ ЗА КОНТРОЛ НА ДОСТЪПА
ANSI	AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE	АМЕРИКАНСКИ НАЦИОНАЛЕН ИНСТИТУТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИЯ
API	APPLICATION PROGRAM INTERFACE	ИНТЕРФЕЙС НА ПРИЛОЖНА ПРОГРАМА
ASIC	APPLICATION-SPECIFIC INTEGRATED CIRCUIT	СПЕЦИФИЧНИ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕТО ИНТЕГРИРАНИ СХЕМИ
ATS	AUTOMATIC TRANSFER SWITCH	ПРЕВКЛЮЧВАТЕЛ ЗА АВТОМАТИЧНО ПРЕХВЪРЛЯНЕ
AVR	AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR	АВТОМАТИЧЕН РЕГУЛАТОР НА НАПРЕЖЕНИЕТО
AWS	AMAZON WEB SERVICES	АМАЗОН УЕБ УСЛУГИ
BGP	BORDER GATEWAY PROTOCOL	ПРОТОКОЛ ЗА ГРАНИЧЕН ШЛЮЗ
BMS	BATTERY MANAGEMENT SYSTEM	СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА БАТЕРИЯТА
BIOS	BASIC INPUT OUTPUT SYSTEM	БАЗОВА ВХОДНО ИЗХОДНА СИСТЕМА

АБРЕВИАТУРА	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК
BSF	BACKPLANE SWITCHING FABRIC	ВЪТРЕШНАТА ВИСОКОСКОРОСТНА ШИНА
CDN	CONTENT DELIVERY NETWORK	МРЕЖА ЗА ДОСТАВКА НА СЪДЪРЖАНИЕ
CLI	COMMAND LINE INTERFACE	КОМАНДЕН ИНТЕРФЕЙС
CPU	CENTRAL PROCESSING UNIT	ЦЕНТРАЛЕН ПРОЦЕСОР
CRAC	COMPUTER ROOM AIR CONDITIONING	УСТРОЙСТВА ЗА КЛИМАТИЗАЦИЯ НА КОМПЮТЪРНИ ЗАЛИ
DC	DIRECT CURRENT	ПОСТОЯНЕН ТОК
DCI	DATA CENTER INTERCONNECT	ВЗАИМОСВЪРЗАНОСТ НА ЦЕНТЪРА ЗА ДАННИ
DNS	DOMAIN NAME SYSTEM	СИСТЕМА ЗА ИМЕНА НА ДОМЕЙНИ
DX	DIRECT EXTENSION	ДИРЕКТНО РАЗШИРЕНИЕ
EMI	ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE	ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ СМУЩЕНИЯ
ER	EQUIPMENT ROOM	СТАЯ ЗА ОБОРУДВАНЕТО
EVPN	ETHERNET VPN	ЕТЕРNET ВИРТУАЛНА ЧАСТНА МРЕЖА
FC	FIBER CHANNEL	ОПТИЧЕН КАНАЛ
FCoE	FC OVER ETHERNET	ОПТИЧЕН КАНАЛ ПРЕЗ ЕТЕРNET

АБРЕВИАТУРА	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК
GUI	GRAPHICAL USER INTERFACE	ГРАФИЧЕН ПОТРЕБИТЕЛСКИ ИНТЕРФЕЙС
HCI	HYPERCONVERGED INFRASTRUCTURE	ХИПЕРКОНВЕРГИРАНА ИНФРАСТРУКТУРА
HDD	HARD DISK DRIVE	ТВЪРДИ ДИСКОВЕ
HDMI	HIGH-DEFINITION MULTIMEDIA INTERFACE	МУЛТИМЕДИЕН ИНТЕРФЕЙС С ВИСОКА РАЗДЕЛИТЕЛНА СПОСОБНОСТ
HPC	HIGH-PERFORMANCE COMPUTING	ВИСОКОПРОИЗВОДИТЕЛНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ
HVAC	HEATING, VENTILATION, AND AIR CONDITIONING	ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛАЦИЯ И КЛИМАТИЗАЦИЯ
I/O	INPUT/OUTPUT	ВХОДНО-ИЗХОДНИ
IAD	INTEGRATED ACCESS DEVICES	ИНТЕГРИРАНИ УСТРОЙСТВА ЗА ДОСТЪП
IBN	INTENT-BASED NETWORKING	МРЕЖА БАЗИРАНА НА НАМЕРЕНИЕ
IDF	INTERMEDIATE DISTRIBUTION FRAME	МЕЖДИННА РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНА РАМКА
IDS/IPS	INTRUSION DETECTION SYSTEM/INTRUSION PREVENTION SYSTEM	СИСТЕМИ ЗА ОТКРИВАНЕ/ ПРЕДОТВРАТЯВАНЕ НА ПРОНИКВАНЕ
IP	INTERNET PROTOCOL	ИНТЕРНЕТ ПРОТОКОЛ
IR	INFRA RED	ИНФРАЧЕРВЕН

АБРЕВИАТУРА	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК
iSCSI	INTERNET SMALL COMPUTER SYSTEMS INTERFACE	ИНТЕРНЕТ ИНТЕРФЕЙС ЗА МАЛКА КОМПЮТЪРНА СИСТЕМА
ISO	INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION	МЕЖДУНАРОДНАТА ОРГАНИЗАЦИЯ ЗА СТАНДАРТИЗАЦИЯ
ISP	INTERNET SERVICE PROVIDERS	ДОСТАВЧИЦИ НА ИНТЕРНЕТ УСЛУГИ
ISR	INTEGRATED SERVICES ROUTER	РУТЕР С ИНТЕГРИРАНИ УСЛУГИ
KVM	KEYBOARD, VIDEO, MOUSE	КЛАВИАТУРА, ВИДЕО, МИШКА
LACP	LINK AGGREGATION CONTROL PROTOCOL	ПРОТОКОЛ ЗА КОНТРОЛ НА АГРЕГИРАНЕТО НА ВРЪЗКИ
LAN	LOCAL AREA NETWORK	ЛОКАЛНА МРЕЖА
LEED	LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN	ЛИДЕРСТВО В ЕНЕРГИЙНИЯ И ЕКОЛОГИЧЕН ДИЗАЙН
MAC	MEDIA ACCESS CONTROL	ФИЗИЧЕСКИ АДРЕС
MDF	MAIN DISTRIBUTION FRAME	ОСНОВНА РАЗПРЕДЕЛИТЕЛНА РАМКА
MPLS	MULTIPROTOCOL LABEL SWITCHING	МНОГОПРОТОКОЛНО ПРЕВКЛЮЧВАНЕ НА ЕТИКЕТИ
MSER	MULTI-SERVICE EDGE ROUTER	ГРАНИЧЕН РУТЕР С МНОЖЕСТВО УСЛУГИ
NAS	NETWORK ATTACHED STORAGE	МРЕЖОВО ДОБАВЕН СТОРИДЖ

АБРЕВИАТУРА	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК
NAT	NETWORK ADDRESS TRANSLATION	ТРАНСЛАЦИЯ НА МРЕЖОВИ АДРЕСИ
NEMA	NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION	НАЦИОНАЛНА АСОЦИАЦИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛИТЕ НА ЕЛЕКТРОТЕХНИКА
NFS	NETWORK FILE SYSTEM	МРЕЖОВА ФАЙЛОВА СИСТЕМА
NIC	NETWORK INTERFACE CONTROLLER	МРЕЖОВА ИНТЕРФЕЙСНА КАРТА
NPU	NETWORK PROCESSING UNITS	МРЕЖОВИ ПРОЦЕСОРНИ ЕДИНИЦИ
NVMe	NONVOLATILE MEMORY EXPRESS	ЕНЕРГОНЕЗАВИСИМА ЕКСПРЕСНА ПАМЕТ
NVR	NETWORK VIDEO RECORDER	МРЕЖОВИ ВИДЕОРЕКОРДЕРИ
OSI	OPEN SYSTEM INTERCONNECT	ОТВОРЕНА СИСТЕМА ЗА ВЗАИМОВРЪЗКА
OSPF	OPEN SHORTEST PATH FIRST	РУТИРАЩ ПРОТОКОЛ „ОТВОРИ НАЙ-КРАТКИЯ ПЪТ ПЪРВО“
PAC	PRECISION AIR CONDITIONING	ПРЕЦИЗНИ КЛИМАТИЧНИ МОДУЛИ
PDU	POWER DISTRIBUTION UNIT	БЛОКОВЕ ЗА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ЕНЕРГИЯ
PFC	POWER FACTOR CORRECTION	КОРЕКЦИЯ НА ФАКТОРА НА МОЩНОСТТА

АБРЕВИАТУРА	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК
PMMS	POWER MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM	СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ НА ЗАХРАНВАНЕТО
POE	POWER OVER ETHERNET	ЗАХРАНВАНЕ ПРЕЗ ЕТЕРНЕТ
PoP	POINT OF PRESENCE	ТОЧКА НА ПРИСЪСТВИЕ НА ДОСТАВЧИК НА УСЛУГИ
QoS	QUALITY OF SERVICE	КАЧЕСТВО НА УСЛУГАТА
RAID	REDUNDANT ARRAY OF INDEPENDENT DISKS	МАСИВ С ИЗЛИШЪК ОТ НЕЗАВИСИМИ ДИСКОВЕ
RAM	RANDOM-ACCESS MEMORY	ПАМЕТ С ПРОИЗВОЛЕН ДОСТЪП
RAM	RANDOM ACCESS MEMORY	ОПЕРАТИВНА ПАМЕТ С ПРОИЗВОЛЕН ДОСТЪП
RESTful	REPRESENTATIONAL STATE TRANSFER	ПРЕДСТАВИТЕЛЕН ТРАНСФЕР НА СЪСТОЯНИЕ
RFI	RADIOFREQUENCY INTERFERENCE	РАДИОЧЕСТОТНИ СМУЩЕНИЯ
RFID	RADIO-FREQUENCY IDENTIFICATION	РАДИОЧЕСТОТНА ИДЕНТИФИКАЦИЯ
RIP	ROUTING INFORMATION PROTOCOL	ПРОТОКОЛ ЗА ИНФОРМАЦИЯ ЗА МАРШРУТИЗИРАНЕ
RJ-45	REGISTERED JACK	КОНЕКТОР 45
RPO	RECOVERY POINT OBJECTIVE	ТОЧКА НА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ
RSTP	RAPID SPANNING TREE PROTOCOL	ПРОТОКОЛ ЗА БЪРЗО ОБХВАЩАНЕ НА ДЪРВО

АБРЕВИАТУРА	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК
RTO	RECOVERY TIME OBJECTIVE	ОБЕКТИВНО ВРЕМЕ ЗА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ
RTU	REMOTE TERMINAL UNITS	ОТДАЛЕЧЕНИ ТЕРМИНАЛНИ УСТРОЙСТВА
SAN	STORAGE AREA NETWORK	МРЕЖИ ЗА СЪХРАНЕНИЕ НА ДАННИ
SAS	SERIAL ATTACHED SCSI	СЕРИЙНО ДОБАВЕН SCSI
SCSI	SMALL COMPUTER SYSTEMS INTERFACE	ИНТЕРФЕЙС ЗА МАЛКА КОМПЮТЪРНА СИСТЕМА
SDN	SOFTWARE-DEFINED NETWORKING	СОФТУЕРНО ДЕФИНИРАНИ МРЕЖИ
SDS	SOFTWARE-DEFINED STORAGE	СОФТУЕРНО ДЕФИНИРАНО СЪХРАНЕНИЕ
SFP	SMALL FORM-FACTOR PLUGGABLE	ПОРТОВЕ С МАЛЪК ФОРМ- ФАКТОР
SMB	SERVER MESSAGE BLOCK	СЪРВЪРЕН БЛОК ЗА СЪОБЩЕНИЯ
SNMP	SIMPLE NETWORK MANAGEMENT PROTOCOL	ПРОСТ ПРОТОКОЛ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА МРЕЖАТА
SSD	SOLID STATE DRIVE	ТВЪРДОТЕЛНИ ДИСКОВИ УСТРОЙСТВА
STP	SPANNING TREE PROTOCOL	ПРОТОКОЛ ОБХВАЩ ДЪРВО
STS	STATIC TRANSFER SWITCH	ПРЕВКЛЮЧВАТЕЛ ЗА СТАТИЧЕН ТРАНСФЕР

АБРЕВИАТУРА	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК	ПЪЛНО НАИМЕНОВАНИЕ НА БЪЛГАРСКИ ЕЗИК
TIA	TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION	АСОЦИАЦИЯ НА ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННАТА ИНДУСТРИЯ
ToR	TOP OF RACK	ВЪРХА НА РАКА
TR	TELECOMMUNICATION ROOM	ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННА СТАЯ
UPS	UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY	УСТРОЙСТВА ЗА НЕПРЕКЪСВАЕМО ЗАХРАНВАНЕ
VGA	VIDEO GRAPHICS ARRAY	ВИДЕО ГРАФИЧЕН МАСИВ
VLAN	VIRTUAL LOCAL AREA NETWORK	ВИРТУАЛНИ ЛОКАЛНИ МРЕЖИ
VM	VIRTUAL MACHINE	ВИРТУАЛНА МАШИНА
VM	VIRTUAL MACHINE	ВИРТУАЛНИ МАШИНИ
VPN	VIRTUAL PRIVATE NETWORK	ВИРТУАЛНА ЧАСТНА МРЕЖА
VRLA	VALVE REGULATED LEAD- ACID	РЕГУЛИРАНИ С КЛАПАН ОЛОВНО-КИСЕЛИННИ
VSD	VARIABLE SPEED DRIVES	ЗАДВИЖВАНИЯ С ПРОМЕНЛИВА СКОРОСТ
WAN	WORLD-WIDE AREA NETWORK	ШИРОКООБХВАТНА МРЕЖА

СПИСЪК НА ФИГУРИТЕ

Фиг. 1 Традиционен център за данни	15
Фиг. 2 Модулен център за данни в контейнер	18
Фиг. 3 Модулен център за данни на Майкрософт за поставяне в отдалечена и сурова среда	19
Фиг. 4 Зелен център за данни чрез Siemens Energy	24
Фиг. 5 Блейд сървъри	26
Фиг. 6 Сървъри кула	28
Фиг. 7 Рак сървъри	31
Фиг. 8 Рутер Cisco C-8200 за център за данни	36
Фиг. 9 Граничен комутатор Juniper – EX4300 за център за данни	43
Фиг. 10а Твърд HDD диск в център за данни	53
Фиг. 10б Солиден SDD диск в център за данни	53
Фиг. 10в Разновидности на дискове NVMe в център за данни	53
Фиг. 10г Оперативна RAM памет в център за данни	53
Фиг. 11 Сторидж масив в център за данни	53
Фиг. 12 Мрежово добавен NAS сторидж в център за данни	54
Фиг. 13а Етернет кабели в центровете за данни	59
Фиг. 13б Оптични кабели в центровете за данни	59
Фиг. 13в Разновидности на захранващи кабели в центровете за данни	60
Фиг. 13г Разновидности на конзолни кабели в центровете за данни	60
Фиг. 13д Разновидности на KVM кабели в центровете за данни	60
Фиг. 14 Система UPS за непрекъсваемо захранване в център за данни	64
Фиг. 15 Сървърен рак в център за данни	67
Фиг. 16 Разлики в големината на ракове в центровете за данни	69
Фиг. 17 Вертикално и хоризонтално окабеляване в център за данни	142

СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНАТА ЛИТЕРАТУРА И ИЗТОЧНИЦИ НА ИНФОРМАЦИЯ

- [1.] [Luiz André Barroso, Urs Hölzle, Parthasarathy Ranganathan] – „The Datacenter as a Computer“, eISBN: 978-3-031-01761-2, Springer Nature Switzerland AG, 2022
- [2.] [Scott D. Lowe, James Green, David Davis] – „Building a Modern Data Center. Principles and Strategies of Design“, ISBN 978-1-943952-07-6, Atlantis Computing, 2016
- [3.] [Colin Wrightson] – “DAY ONE: Data Center Fundamentals”, ISBN: 978-1-941441-40-4, Juniper Networks, Inc., 2016
- [4.] [Hwaiyu Geng] – „Data Center Handbook“, ISBN 978-1-118-43663-9, John Wiley & Sons, 2015
- [5.] [Samee U. Khan, Albert Y. Zomaya] – „Handbook on Data Centers“, ISBN 978-1-4939-2092-1, Springer Science+Business Media New York, 2015
- [6.] [Caesar Wu, Rajkumar Buyya] – „Cloud Data Centers and Cost Modeling“, ISBN: 978-0-12-801413-4, Elsevier Inc., 2015
- [7.] [Andrew Oliviero, Bill Woodward] – “Cabling The Complete Guide to Copper and Fiber-Optic Networking”, ISBN: 978-1-118-80734-7, John Wiley & Sons, Inc., 2014
- [8.] [Andrew Oliviero] – “Cabling Part 1 LAN/Data Center Networks and Cabling Systems 5th Edition”, ISBN: 978-1-118-80740-8, John Wiley & Sons, Inc., 2014
- [9.] [David Barnett, David Groth, Jim McBee] – “Cabling: The Complete Guide to Network Wiring Third Edition”, ISBN: 0-7821-4331-8, SYBEX Inc., 2004
- [10.] [Yaseein Soubhi Hussein, Maen Alrashd, Ahmed Saeed Alabed, Amjed Zraiqat] – Data Centre Infrastructure: Power Efficiency and Protection, DOI: 10.5772/intechopen.110014, IntechOpen, 2023
- [11.] [Krasen Angelov, Sadinov S.] – “System For Remote Visualization And Control of Data From Low Voltage Power Supply Grids”, International Scientific Conference on Communications, Information, Electronic and Energy Systems, CIEES 2021, November 25-27, Ruse, Bulgaria, AIP Conference Proceedings 2022, vol. 257018 Art. No. 020015 pp. 1-6, ISBN 0094-243X, 2021
- [12.] [Krasen Angelov, Manchev N., B. Karapenev] – “Design and Development of Smart Home Electrical Management and Switching Panel”, 30th International Scientific Conference Electronics, ET 2021 – Proceedings, Sozopol, Bulgaria, 2021, pp. 1-4, ISBN 978-166544518-4, 2021
- [13.] [Yasin Akillı, Ali Güneş] – “Disaster Recovery Planning for Data Centers and IT Services”, International Advanced Research Journal in Science, Engineering and

- Technology, Vol. 3, Issue 6, June 2016, ISSN (Online) 2393-8021, DOI 10.17148/IARJSET.2016.3627, IARJSET, 2016
- [14.] [Alfonso Capozzolia, Giulio Primiceria] – Cooling systems in data centers: state of art and emerging technologies, doi: 10.1016/j.egypro.2015.12.168, Elsevier Ltd., 2015
- [15.] [S. Itoh, Y. Kodama, T. Shimizu, S. Sekiguchi, H. Nakamura, N. Mori] – „Power consumption and efficiency of cooling in a Data Center,“ 2010 11th IEEE/ACM International Conference on Grid Computing, Brussels, Belgium, 2010, pp. 305-312, doi: 10.1109/GRID.2010.5697800., 2010
- [16.] [Цветелина Симеонова] – Развитие на перспективните технологии в “Интернет на свързаните неща” IoT (Internet of Things), ISBN 978-619-7586-25-1, Изд. „Асеневци“, София, 362 с., 2021
- [17.] [Росен Пасарелски, Васил Къдрев] – Концепция и еталонен модел на архитектура на сторидж система, ISSN 2367-7473, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“ – ISSN 2367-7473, Велико Търново, 2021
- [18.] [Вергиния Тодорова, Росен Пасарелски] – Мрежи за съхранение на данни. Интерфейси и технологии, ISSN 2367-7481, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, Велико Търново, 2020
- [19.] [Росен Пасарелски, А. Станчева] – “Мрежови сторидж системи” – ISSN 2367-7481, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, Велико Търново, 2019;
- [20.] [Росен Пасарелски] – Инфраструктурно изграждане на центрове за данни, ISSN 2367-7481, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, Велико Търново, 2019
- [21.] [Росен Пасарелски] – Мрежови концепции и протоколи за съхранение на данни, ISSN 2367-7481, Издателски комплекс на НБУ „Васил Левски“, Велико Търново, 2019
- [22.] [ANSI/TIA] – Standard 568
- [23.] [ANSI/TIA] – Standard 568A
- [24.] [ANSI/TIA] – Standard 568B series
- [25.] [ANSI/TIA] – Standard 568D
- [26.] [ISO/IEC] – Standard 11801
- [27.] [ISO/ IEC] – Standard 11801-1
- [28.] [ISO/ IEC] – Standard 11801-2
- [29.] [ISO/ IEC] – Standard 11801-3
- [30.] [ISO/ IEC] – Standard 11801-4
- [31.] [ISO/ IEC] – Standard 11801-5
- [32.] [ISO/ IEC] – Standard 11801-6
- [33.] [CELENEC] – EN 50173-1
- [34.] [CELENEC] – EN 50173-2

- [35.] [CELENEC] – EN 50173-3
- [36.] [CELENEC] – EN 50173-4
- [37.] [CELENEC] – EN 50173-5
- [38.] [ALM] – <https://alm-ict.com/service/data-center/>
- [39.] [Viking Integrated Safety] – <https://safety.supplynet.com/Modular-Data-Center>
- [40.] [Microsoft] – <https://natick.research.microsoft.com/>
- [41.] [Siemens] – <https://assets.siemens-energy.com/siemens/assets/api/uuid:9a511dab-6d9e-4c22-94ba-d066ce9390f2/storagesolutions-whitepaper.pdf>
- [42.] [Trenton Systems] – <https://www.trentonsystems.com/blog/what-is-a-blade-server>
- [43.] [Dell] – <https://www.dell.com/en-us/dt/servers/poweredge-tower-servers>
- [44.] [Dell] – <https://www.dell.com/en-us/dt/servers/poweredge-rack-servers>
- [45.] [Cisco] – <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/catalyst-8200-series-edge-platforms>
- [46.] [Juniper] – <https://www.juniper.net/us/en/products/switches/ex-series/ex4300-enterprise-switch>
- [47.] [Dell] – <https://www.dell.com/en-us/shop/dell-600gb-10k-rpm-sas-12gbps-25in-hot-plug-drive/apd/400-ajpp/storage-drives-media>
- [48.] [QNAP] – <https://www.qnap.com/en-us/product/qda-sa2>
- [49.] [Silicon Power] – <https://www.silicon-power.com/web/us/category/SolidStateDrives>
- [50.] [Western Digital] – <https://www.westerndigital.com/products/data-center-storage>
- [51.] [Samsung] – <https://semiconductor.samsung.com/dram/ddr/ddr5/>
- [52.] [Dell] – <https://www.dell.com/en-us/shop/servers-storage-and-networking/poweredge-r750-rack-server/spd/poweredge-r750>
- [53.] [Synology] – <https://www.synology.com/en-global/products/DS923+>
- [54.] [Linxcom] – <https://www.linx-com.com/copper-construction/>
- [55.] [ARIA Technologies] – <https://www.ariatech.com/jumpers-patch-cords-fiber-optic-cable-assemblies/>
- [56.] [Amazon] – <https://www.amazon.com/-/en/Power-cable-power-plug-150>
- [57.] [DSD TECH] – <https://www.deshide.com/RS232-Series>
- [58.] [Dell] – <https://www.dell.com/en-us/shop/kvm/ar/7706>
- [59.] [Huawei] – <https://e.huawei.com/cz/news/ebg/2020/huawei-launches-100kw-high-power-density-data-center-ups-power-module>
- [60.] [Suntec] – <https://www.suntec-it.com/products/server-rack-cabinet/>
- [61.] [FOSCO] – <https://www.fiberoptics4sale.com/blogs/archive-posts/95044422-structured-cabling-specifications-and-standards>

ISBN 978-619-233-299-0



9 786192 332990

www.nbu.bg

www.bookshop.nbu.bg