

Pokyny pro specifikaci hustoty výkonu datového střediska

White Paper 120

Revize 1

> Shrnutí

Standardní způsoby určení hustoty výkonu datového střediska jsou nejednoznačné a mohou být zavádějící. Popis hustoty výkonu datového střediska veličinou ve Wattech na metr čtvereční neumožňuje určit kompatibilitu napájecího a chladicího okruhu s počítačovou zátěží o vysoké hustotě, jako jsou například blade servery. V minulosti nebyl přesně definován standardní postup pro specifikaci datových středisek a dosažení předvídatelného chování při zátěžích s vysokou hustotou. Správná specifikace hustoty výkonu datového střediska by měla započítávat kompatibilitu s očekávanou zátěží s vysokou hustotou, poskytnout jednoznačná doporučení pro návrh a instalaci napájecího a chladicího okruhu, zabránit předimenzování a maximalizovat využití elektrického výkonu. V tomto dokumentu je popsáno teoretické a praktické využití zdokonalených způsobů, které umožňují definovat infrastrukturu napájení a chlazení pro datová střediska.

Obsah

klepnutím přeskočíte na požadovanou část

úvod	2
Různé způsoby určení hustoty	2
Strategie implementace	8
Model	12
Závěr	18
Zdroje	19
Příloha	20

úvod


Specifikace provozní hustoty výkonu pro datová střediska a serverové sály představuje pro odborníky IT stále větší problém. Pokud jsou pro datová střediska určeny standardní hustoty 430–861 W/m², není možné spolehlivě zavést nejnovější generaci zařízení IT. Jestliže jsou pro poslední generaci zařízení IT s vysokou hustotou specifikována datová střediska s provozní hustotou 6 458–10 764 W/m², jsou v datových střediscích kladeny nadměrné nároky na napájecí a chladičí okruh, což vede k prudkému nárůstu pořizovací ceny a k nízké efektivitě využití elektrického výkonu.

Problém s plánováním hustoty se dále zhoršuje s požadavkem, aby návrh datového střediska zaručoval funkci pro několik následných cyklů výměny zařízení IT, přičemž přesné parametry zařízení instalovaných v budoucnosti nejsou ještě známe.

Historický způsob určení hustoty výkonu datových středisek pomocí veličiny W/m² je jen málo použitelný a nelze jej dobře uplatnit při hledání odpovědí na kritické otázky, před kterými stojí správci současných datových středisek. Historická specifikace hustoty výkonu konkrétně neodpovídá na klíčovou otázku: „Co se stane, když je implementován stojan, který překračuje specifikaci hustoty?“ To je velmi praktická otázka, protože typická současná datová střediska mají hustotu kolem 1,5 kW na stojan, zatímco obvyklá zařízení IT mají vyšší hustotu výkonu (3–20 kW na stojan). Ke specifikaci hustoty výkonu datových středisek je třeba použít nové a ucelenější metody.

Ke specifikaci hustoty výkonu datových středisek je nutné použít nové a ucelenější metody. Vylepšený způsob by měl vyhovovat následujícím potřebám:

- Zajištění kompatibility se zařízením IT s vysokou hustotou
- Efektivní využití elektrické energie, místa a investičních nákladů
- Poskytnutí způsobu pro ověření plánu implementace IT a návrhu kapacity chlazení a napájení

 Odkaz na zdroj
White Paper 46

*Napájení a chlazení pro
vysoce kompaktní stojany a
blade servery*

Tento dokument je zaměřen na zdokonalení způsobu určení hustoty výkonu. Svázání výstavby datových středisek s implementací napájení, chlazení, stojanů a správy pro aplikace s vysokou hustotou je popsáno v řadě dalších dokumentů White Paper společnosti Schneider Electric. Mezi ně patří dokument White Paper č. 46 *Napájení a chlazení pro vysoce kompaktní stojany a blade servery*.

Různé způsoby určení hustoty

Definice hustoty výkonu uváděné v literatuře nejsou jednotné a mezi uživateli jsou často chápány rozdílně. Pro snazší pochopení těchto definic uvažujme následující hypotetické datové středisko o příkonu 500 kW znázorněné v **tabulce 1**:

Tabulka 1

Hypotetické datové středisko o 500 kW

Parametry datového střediska 500 kW	US/GB jednotky	Metrická hodnota
Celkový příkon všech zařízení IT	500 000 W	
Celkové místo pro veškeré zařízení IT	2 800 ft ²	260 m ²
Obslužná místnost určená pro systém chlazení, elektroinstalaci atd.	1 400 ft ²	130 m ²
Celková podlahová plocha datového střediska	4 200 ft ²	390 m ²
Půdorys na stojanovou skříň IT	6,7 ft ²	0,622 m ²
Počet stojanových skříní	100	

Tabulka 2

Různé definice hustoty výkonu datových středisek s různými výslednými hodnotami při použití ve stejném datovém středisku

Definice hustoty	Výpočet	Hustota	Vysvětlení
Příkon zařízení IT dělený plochou, které zaujímají všechny stojanové skříně	500 000 W / (6,7 ft ² x 100 stojanů) 500 000 W / (0,622 m ² x 100 stojanů)	746 W/ft ² 8 039 W/m ²	Tento způsob zahrnuje pouze plochu, kterou zaujímají stojany. Nezapočítává se podlahová plocha kolem stojanů ani plocha využitá ostatní fyzickou infrastrukturou datového střediska. Uvedená metoda vede k mnohem vyšším vypočteným hodnotám hustoty než jiné metody. Často ji používají výrobci zařízení.
Příkon zařízení IT dělený plochou, které zaujímají všechny stojanové skříně včetně okolního prostoru mezi nimi	500 000 W / 2 800 ft ² 500 000 W / 260 m ²	179 W/ft ² 1 923 W/m ²	Jedná se o definici, která se nejčastěji používá v literatuře. Obvykle se používá plocha 2,6 m ² na jeden stojan. Jedná se o efektivní způsob určení požadavků na distribuci napájení a chlazení. Často jej používají odborníci v oblasti IT.
Celkový příkon zařízení IT dělený celkovou podlahovou plochou datového střediska	500 000 W / 4 200 ft ² 500 000 W / 390 m ²	119 W/ft ² 1 282 W/m ²	Celková plocha datového střediska zahrnuje podlahovou plochu pro zařízení IT a plochu obslužné místnosti pro napájení a chlazení. Tento způsob je cenný pro plánování podlahové plochy. Zahrnuje totiž obslužnou místnost, která v případě instalací s vysokou hustotou zabírá značné místo. Často jej používají architekti.
Celkový příkon zařízení IT a klimatizačního systému dělený celkovou podlahovou plochou datového střediska	(500 000 W + 295 000 W) / 4 200 ft ² (500 000 W + 295 000 W) / 390 m ²	189 W/ft ² 2 038 W/m ²	Tato definice se často používá pro plánování zařízení a obslužných systémů, protože počítá s celkovou podlahovou plochou datového střediska a celkovým příkonem napájení. Předpokládá se odběr klimatizace 265 kW a dalších 30 kW způsobených neefektivitou napájecího systému.
Příkon stojanu	500 000 W / 100 stojanů	5 kW na stojan	Tato definice je vychází z jednotlivých stojanů, takže se při určování hustoty výkonu vyrovnává většina rozdílů.

Všechny definice hustoty uvedené v **tabulce 2** jsou použity v publikované literatuře a ve specifikacích. Čtyři definice, které využívají veličinu W/FT² nebo W/m², vyžadují jasné vysvětlení, jaké hodnoty jsou zahrnuty do plochy a jaké do příkonu. Standardně však publikované hodnoty pro hustotu tyto informace neuvádějí. Důsledkem je časté nedorozumění a časté chyby v komunikaci mezi odborníky IT a návrháři nebo plánovači

zařízení. Data v **tabulce 2** jasně ukazují, že **specifikace hustoty se pro stejné zařízení může podle použité definice hustoty lišit až 8krát.**

Nejjasnějším vyjádřením hustoty je elektrický příkon na jeden stojan. Výsledná hodnota představuje jasné vodítko ohledně požadavků na napájení a chlazení stojanu. (Pro zařízení IT se elektrický příkon stojanu uvedený ve watttech shoduje s chladicím výkonem uvedeným ve watttech.) V tomto dokumentu bude popsáno, že elektrický příkon na jeden stojan má při určování hustoty datového střediska ještě další zásadní výhodu – nabízí neefektivnější způsob určení odchylek hustoty v rámci datového střediska.

Reálná datová střediska nemají rovnoměrnou hustotu výkonu. Některé stojany mají vyšší příkon a následně generují také větší množství tepla. Stojany s propojovacími panely mohou mít nulový příkon. Stojany se blade servery mohou odebírat 20 kW i více. Problém násobí také to, že zařízení IT se neustále obměňuje a následkem toho se s časem mění také příkon jednotlivých stojanů. Takové kolísání výkonu není plně započítáno ve standardních specifikacích hustoty a s postupem času jsou tyto výpočty stále méně spolehlivé.

Omezení standardních metod pro výpočet hustoty

Následující dva příklady dokládají závažná omezení standardních způsobů specifikace hustoty:

V prvním příkladu si představme datové středisko, které je určeno pro hustotu výkonu 538 W/m^2 . Při použití definice hustoty Celková zátěž IT / celková plocha stojanů IT s okolním volným místem vychází příkon 1400 W na stojan ($538 \text{ W/m}^2 \times 2,6 \text{ m}^2/\text{stojan}$). Tomuto požadavku vyhovují datová střediska navržená tak, aby umožňovala 1400 W elektrického příkonu a 1400 W chladicího výkonu pro každý stojan. Existuje mnoho typů zařízení IT, jako jsou například blade servery, které hodnotu 1400 W na stojan překračují. **Žádné** takové zařízení pak nelze instalovat do datového střediska, které má striktní omezení 1400 W na stojan. Výsledkem je, že takové datové středisko je nekompatibilní s řadou typů zařízení IT. Je-li navíc do stojanu instalována nízká zátěž, jako jsou například rozvodné panely, nevyužitý příkon není k dispozici pro ostatní stojany, protože na všechny stojany se vztahuje stejné omezení 1400 W příkonu a chladicího výkonu. Celkovým výsledkem je neefektivní datové středisko, které je nekompatibilní s řadou typů zařízení IT a neumožňuje navíc efektivní využití dostupného místa ve stojanech a kapacity napájecího a chladicího okruhu.

V druhém příkladu je hustota datového střediska určena zvlášť pro jednotlivé stojany. Pro každé umístění stojanu je přesně určeno napájení a chlazení. Takovou specifikaci lze zohlednit v návrhu a datové středisko lze detailně analyzovat předem. Přestože je taková situace ideální, v podstatě pro žádné skutečné datové středisko není předem k dispozici přesná specifikace příkonu jednotlivých stojanů. Ve skutečných datových střediscích nelze zatížení jednotlivých stojanů předpovědět na celou dobu životnosti instalace. Příklad, kdy skutečná hustota implementovaných zařízení IT neodpovídá původní specifikaci pro jednotlivé stojany, může mít závažné důsledky včetně toho, že při instalaci zátěže do stojanu s celkovou menší hodnotou než původní specifikace nelze nevyužitý výkon použít v ostatních stojanech. Každý stojan má totiž přesně určený elektrický příkon a chladicí výkon. Celkovým výsledkem je neefektivní datové středisko, které vyžaduje informace o budoucích instalacích zařízení IT. Takové informace však většinou nejsou k dispozici.

Oba příklady představují často používané způsoby specifikace hustoty v datových střediscích. Specifikace pro celou místnost i přesná specifikace pro jednotlivé stojany mají zásadní omezení v použitelnosti, jejichž důsledkem jsou implementace, které nevyhovují požadavkům zákazníka. Postup specifikace je třeba vylepšit tak, aby si zachoval flexibilitu a kompatibilitu ohledně zátěže IT, ale aby současně bylo možné zajistit maximální elektrickou účinnost a využití napájení, chlazení a místa.

Požadavky na určení hustoty

V předchozím textu byla navržena řada požadavků na zlepšení způsobu určování hustoty. Mezi ně patří následující požadavky:

- **Předvídatelnost:** Specifikace hustoty musí umožňovat definovat kapacitu napájení a chlazení pro jakékoli umístění stojanu a libovolnou navrženou nebo skutečnou instalaci zařízení IT.
- **Přijetí částečně definovaných požadavků na budoucí rozšíření:** Specifikace hustoty nesmí vyžadovat přesnou znalost výkonu pro jednotlivé stojany. Zařízení IT je ve skutečnosti používáno pouze po malou část celkové životnosti datového střediska a standardně je nahrazováno novým nebo jiným vybavením.
- **Podpora „půjčování“ kapacity napájení a chlazení:** Kapacita napájení a chlazení, která není využita pro určitý stojan, by měla být k dispozici pro ostatní stojany.
- **Omezení plýtvání:** Elektrický výkon by měl být využíván maximálně efektivně. Je vhodné využít veškerý dostupný výkon napájení a chlazení a veškeré místo. Rovněž je třeba snížit investice a provozní náklady na minimum.
- **Podpora postupné implementace ve fázích:** Specifikace hustoty musí podporovat postupnou implementaci ve fázích včetně případu, kdy jednotlivé fáze mohou odpovídat různým hustotám a data pro příští fáze implementace nejsou v okamžiku počáteční implementace k dispozici.

Přestože si některé z uvedených požadavků protirečí, mohou sloužit jako základ pro určení vylepšeného způsobu definice hustoty výkonu v datových střediscích.

Praktická omezení a možnosti

Každá metoda praktického určení hustoty výkonu musí zahrnovat omezení a možnosti skutečných implementací, které je třeba započítat do návrhu datového střediska. Řada z těchto omezení a podmínek je uvedena v následujícím textu spolu s důsledky pro specifikaci hustoty:

- **Říůstky distribuce napájení:** Cena a složitost rozvodu napájení je nelineárně závislá na výkonu napájení. Například náklady na třífázový přívod napájení 18 kW nepředstavují trojnásobek nákladů na jednofázový přívod napájení 6 kW. Optimální kapacitu pro distribuci střídavého proudu lze docílit různými způsoby, které započítávají rozložení jističů pro jednotlivé zásuvkové okruhy a možné poruchy jističů. Tyto otázky a optimální rozvod pro distribuci napájení jsou popsány v dokumentu White Paper č. 29 *Možnosti napájení stojanů v případě zařízení s vysokou hustotou*. Specifikace týkající se distribuce napájení jsou dány optimální velikostí okruhů, která se může lišit podle geografické oblasti.
- **Omezení vzduchotechniky:** Primárním faktorem, který omezuje hustotu výkonu pro jednotlivé stojany, je distribuce vzduchu. Zařízení IT vyžadují rozvod vzduchu přibližně o hodnotě 47,2–75,5 l/s na kW. Řada datových středisek má již předem dānu zvýšenou podlahu nebo výšku zvýšené podlahy omezuje světlost stropu. V případech, kdy je součástí systému pro distribuci vzduchu zvýšená podlaha, je tím určen maximální objem vzduchu, který lze předvídatelně rozvádět pod podlahou. Tento objem pak omezuje průměrnou i špičkovou hustotu výkonu stojanů. V řadě stávajících instalací je tím omezena reálná průměrná hustota výkonu na hodnotu kolem 5 kW na stojan. Pokud je nutné tuto hustotu překročit, je třeba instalovat dodatečná klimatizační a distribuční zařízení. Důsledkem je prudký nárůst nákladů spojených s překročením kritické hustoty výkonu. Vhodná specifikace hustoty umožňuje tyto otázky zjistit a řešit ještě před tím, než se stanou skutečným problémem.
- **Hmotnost:** Některé budovy mají omezené maximální zatížení podlahy. To platí zejména pro stávající instalace na zvýšených podlahách. Zařízení IT s velmi vysokou hustotou výkonu mají také velkou hmotnost. V některých případech se jedná o praktické omezení možnosti implementace zařízení s vysokou hustotou. Z toho lze



Odkaz na zdroj
White Paper 29

Možnosti napájení stojanů v případě zařízení s vysokou hustotou

vyvodit závěr, že při specifikaci hustoty by se neměly zbytečně určovat hustoty výkonu překračující odpovídající maximální povolené zatížení podlahy místnosti.

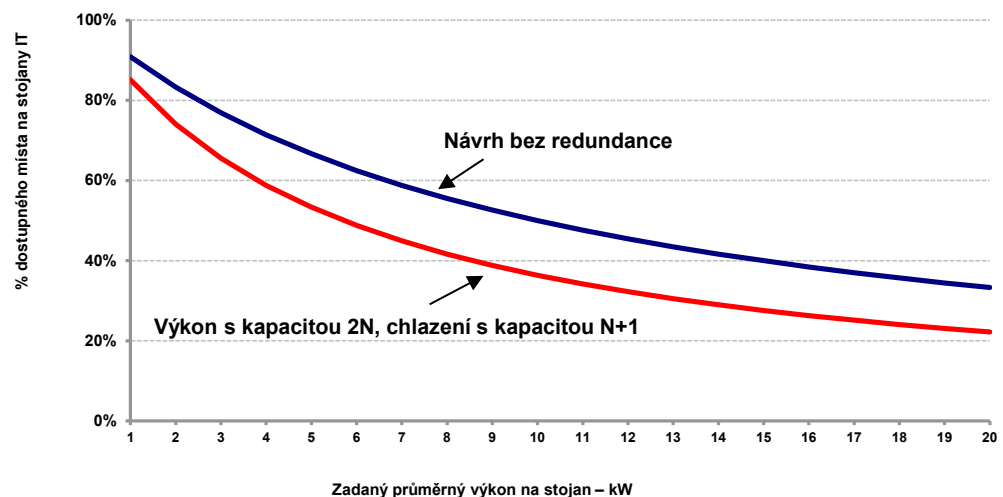
- Vyhrazená podlahová plocha:** Mnoho datových středisek disponuje podlahovými plochami, které jsou vyhrazeny k jiným účelům a které se nepodílejí na definici hustoty. Sem patří pásková úložiště dat, pracovní prostor obsluhy či speciální přístupové plochy. Model specifikace hustoty, který zajišťuje funkce související s implementací napájení a chlazení vysokých hustot výkonu, tedy musí být schopen tyto plochy rezervovat a být na nich nezávislý.
- Možnosti rozložení zátěže:** Většina současných zařízení IT díky široce používané optické kabeláži prakticky umožňuje fyzické rozptýlení zařízení IT v rámci datového střediska. V řadě případů není zapotřebí, nebo dokonce není žádoucí implementovat zařízení s maximální hustotou výkonu, které lze docílit. Příklad zařízení, které lze ze účelem snížení hustoty výkonu rozptýlit mezi stojany, představují blade servery a 1U servery. Integrace stojanů se blade servery nebo 1U servery se zdá na první pohled výhodná s ohledem na využití prostoru, v řadě případů jsou však výhody pouze zdánlivé. Náklady spojené s napájením a chlazením vysoké hustoty na stojan většinou výrazně převyšují náklady na místo pro další stojan. Model hustoty by proto neměl slepě definovat hodnoty hustoty založené na možnostech zařízení, ale měl by počítat s možností rozptýlení zatížení, která zajistí optimalizaci nákladů a dostupnosti celého systému.
- Prostorová omezení konkrétního pracoviště:** Celkový návrh konfigurace s vysokou hustotou výrazně ovlivňují specifická prostorová omezení určité místnosti. V řadě stávajících datových středisek navržených pro nízké hustoty může vést implementace zařízení s vysokou hustotou k uvolnění podlahové plochy. Výhody menšího zabraného prostoru IT však nejsou velké. Na druhé straně však existují datová střediska, která musí fungovat ve stísněných prostorech, protože podlahová plocha je extrémně drahá nebo ji nelze jednoduše získat. Metoda určování hustoty tedy musí počítat s možnostmi podlahové plochy a fyzickým omezením prostoru.

Ztráta prostoru kvůli infrastruktuře napájení a chlazení

Infrastruktura napájení a chlazení zabírá místo, které by jinak bylo možné využít pro zařízení IT. V některých případech je napájecí a chladicí zařízení přemístěno do přilehlé místnosti mimo prostory pro zařízení IT. Požadavky na podlahovou plochu jsou však stále reálné a je třeba je započítat jako efektivní ztráty nutné pro dosažení hustoty. Místo zaujímané infrastrukturou napájení a chlazení lze vyjádřit v ekvivalentech stojanů. Tyto požadavky podle potřeby rostou se zvyšováním kapacity chlazení. Tento vliv je znázorněn na **obrázku 1**.

číslo 1

Vliv průměrné hustoty výkonu ve stojanech na podíl dostupného prostoru pro stojany IT



Poznámka: Tvar křivek na grafu je dán vzorci uvedenými v příloze.

Graf jasně ukazuje, že místo využívané zařízením IT se zmenšuje s rostoucím průměrným výkonem na stojan se zařízením IT (hustota výkonu). Vodorovná osa představuje průměrný výkon na stojan v místnosti. Na svislé ose je vynesena procentuální část dostupné podlahové plochy na stojany, kterou nelze využít kvůli infrastruktuře napájení a chlazení. Do této infrastruktury patří jednotky UPS, jednotky distribuce napájení a klimatizační jednotky počítačových sálů. Dolní křivka na **obrázku č. 1** odpovídá systému s duálním napájením (2N) a redundantní klimatizací (N+1) v počítačových sálech. Jedná se o obvyklý návrh pro aplikace s vysokou hustotou. Počítejte s tím, že pro typická současná datová střediska, která pracují s výkonem 1,5 kW na stojan, nelze aktivně využít přibližně 15 % podlahové plochy. Zvyšování hustoty však má za následek výraznou ztrátu plochy. Pokud průměrný výkon na stojan překročí 7 kW, budou zařízení pro napájení a chlazení zaujímat více než 50 % místa. Při takových požadavcích proto není vhodné používat stojany IT. Napájecí a klimatizační okruhy zabírají místo i v případě, že je skutečná hustota výrazně nižší než předpokládaná hustota. Jedno z doporučení pro návrh datového střediska s vysokou hustotou tedy zní takto: **Nezbytným důsledkem návrhu datového střediska pro vyšší hustotu, než je skutečně nutná hustota, je zmenšení podlahové plochy, která je k dispozici pro zařízení IT.** To je kromě zvýšených investičních a provozních nákladů velmi zásadní nevýhoda. Z tohoto důvodu je důležité efektivně naplánovat hustotu a použít systémy napájení a chlazení pro vysoké hustoty výkonu pouze v případě, že jsou skutečně zapotřebí.

Rozdělení prostoru na oblasti s různou hustotou

Z výše uvedených požadavků jasně vyplývá potřeba definovat v rámci datového střediska různé oblasti s různou hustotou výkonu. Jedná se o základní předpoklad fázové implementace, kdy následné fáze mohou mít odlišnou hustotu výkonu. Alternativní způsob, který spočívá ve specifikaci celého datového střediska pro maximální očekávanou budoucí zátěž, je zcela nepraktický, protože zbytečně zvyšuje investiční a provozní náklady, které tak mohou dosáhnout trojnásobku až osminásobku. Navíc vede k výraznému snížení efektivního využití elektrické energie.

I v případě implementace v jediné fázi může mít rozdělení plochy na oblasti s různým výkonem velké výhody. Výrazný rozdíl mezi hustotou výkonu lze pozorovat například mezi Blade servery a úložišti. Datová střediska, která oddělí servery a úložná zařízení, tak mohou při návrhu oddělených oblastí s různou hustotou výkonu získat zásadní výhody (přestože celkový napájecí příkon datového střediska se nezmění). Pokud rozmístění stojanů se servery a s úložným zařízením nelze předem určit, je nutné navrhovat kapacitu **rozvodných** systémů napájení a chlazení tak, aby pokryly maximální hustotu v libovolném místě. Pokud je však předem definována oblast s nízkou hustotou, lze kapacitu rozvodných systémů napájení a chlazení pro danou oblast snížit. Takové snížení vede také k snížení investičních a provozních nákladů a zvýšení efektivity využití elektrické energie.

Oblasti hustoty v rámci datového střediska lze v místnosti definovat rozdělením stojanů do různých oblastí. Tyto oblasti **není vhodné určovat náhodně**. Nejlepším postupem je vždy rozdělit místnost na řady, kde každá řada bude sestávat ze skupiny stojanů libovolné velikosti, které jsou umístěny vedle sebe. Doporučené rozdělení do řad při určování oblastí hustoty má následující důvody:

- V konceptu řad je definováno mnoho různých architektur rozvodu napájení ke stojanům.
- V konceptu řad je definováno mnoho různých architektur rozvodu chlazení stojanů.

To znamená, že při definování požadavků na hustotu je rozdělení do řad preferovaným a cenově nejúspěšnějším řešením. Současně se jedná o doporučenou architekturu pro

Strategie implementace

postupnou implementaci. Z tohoto důvodu je zbývající část dokumentu věnována pouze dělení do řad, na jehož základě jsou definovány rozdílné hustoty v různých oblastech.

Požadavky na hustotu musejí vyhovovat zatížení IT, které se může s časem měnit, a musejí také podporovat implementaci ve fázích. Je třeba stanovit určité předpoklady týkající se budoucích změn infrastruktury napájení a chlazení.

Bylo by nerozumné předpokládat, že se stávající systém rozvodu napájení a vzduchu bude měnit v závislosti na změnách zátěže IT. Změny těchto systémů, jako jsou zatížené elektrické rozvody nebo trubky s vodou systému chlazení, mohou vyžadovat nebo způsobit výpadek skupiny stojanů či dokonce celého datového střediska. Veškeré podklady ukazují, že primárními příčinami výpadků datových středisek jsou lidský faktor a změny provozního prostředí. **Z tohoto důvodu se doporučuje instalovat distribuční systémy napájení a chlazení pro danou řadu nebo oblast pouze jednou a po celou dobu života dané řady nebo oblasti je neměnit ani do nich nezasahovat.**

Praktickým použitím uvedeného doporučení je implementace strategie, kterou lze přehledně vyjádřit pomocí následujících pravidel:

- Při rozhodování o rozvržení řad stojanů nebo skříní na půdorysu místnosti počítejte se standardní šířkou uliček.
- Určete v návrhu hustotu pro řadu a pak sestavte řadu, která bude vyhovovat této specifikaci hustoty.
- Pokud plánujete implementovat zařízení, jehož parametry odpovídají specifikaci návrhu pro stávající nezaplňenou řadu, můžete zařízení do řady implementovat.
- V případě, že má implementované zařízení výrazně jinou hustotu, než jaká odpovídá specifikaci nezaplňené řady, **neupravujte parametry napájecího a chladicího systému dané řady podle okamžitých implementačních požadavků**, ale sestavte novou řadu navrženou pro vyšší hustotu.
- Časem se řady s malým výkonem mohou úplně zrušit a přestavět podle vyšších požadavků na hustotu, která bude lépe odpovídat aktuálním potřebám.

Uvedená strategie se považuje za ideální, protože minimalizuje pravděpodobnost lidské chyby související se změnou práce provozní řady v rámci datového střediska. Tato praktická a efektivní strategie omezuje model pro specifikaci hustoty v tom, že se rozvody napájení a chlazení pro systém s řadami po instalaci nemohou měnit.

Na trhu jsou však také k dispozici distribuční systémy napájení a chlazení, které umožňují změnu architektury napájení a chlazení bez rizika výpadku. Systém InfraStruXure například nabízí následující možnosti:

- Změna napájecího výkonu UPS přidáním rozšiřujících modulů vyměnitelných za chodu
- Změna typu a kapacity zásuvek ve stojanu pomocí stojanové jednotky PDU vyměnitelné za chodu
- Další zvýšení chladicí kapacity pro stojan prostřednictvím přídatných zařízení montovaných do stojanu

Tento typ zařízení umožňuje rozšíření kapacity po instalaci a je vhodný zejména pro menší instalace, u kterých není vhodná fázovaná implementace řad.

Špičková a průměrná hustota v rámci řady nebo oblasti

Přestože přesně stejná zátěž pro všechny stojany by usnadnila specifikaci hustoty, předchozí text ukazuje, že se jedná o nepraktický cíl, který lze jen těžko uplatnit u skutečných instalací. V reálném prostředí se dá očekávat, že hustoty výkonu jednotlivých stojanů se budou lišit od nuly (propojovací panely) až po 30 kW (servery blade s vysokou hustotou). Tyto odchylky mají významný dopad na účinnou specifikaci hustoty.

V rámci určité řady nebo oblasti stojanů, ve které se příkon jednotlivých stojanů liší, platí, že průměrný výkon stojanu je menší než špičkový výkon. Důležitý poměr mezi **skutečným** špičkovým a průměrným výkonem stojanu v řadě bude tedy vždy větší nebo rovný jedné. Je zajímavé analyzovat další alternativní metody, které umožňují určit hustotu výkonu pro návrh na základě řad. Analýza bude provedena pro sadu stojanů, které mají různý příkon.

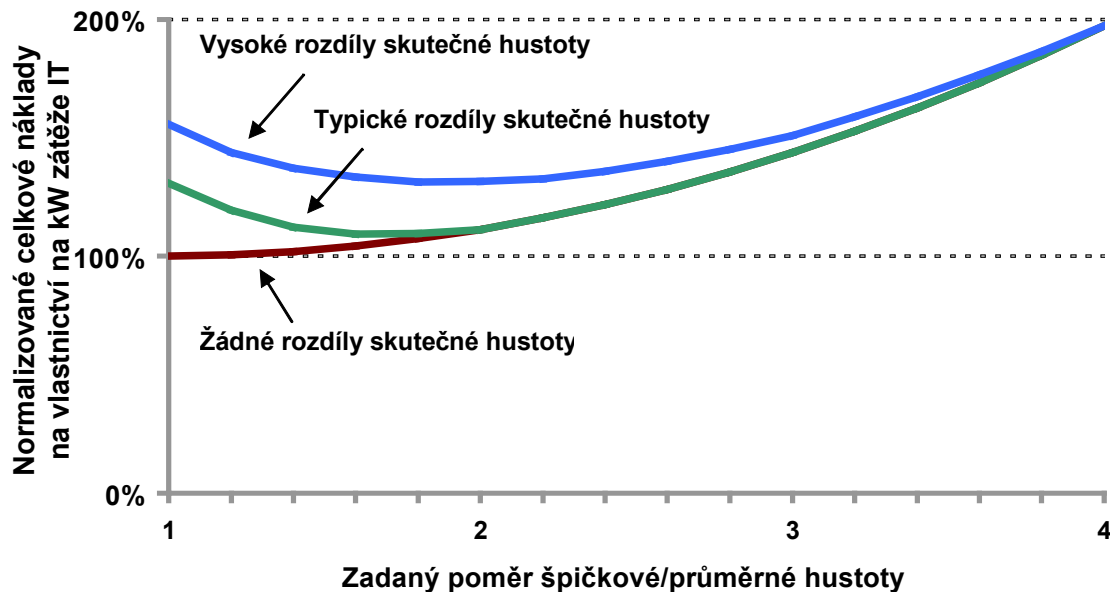
Návrh všech stojanů v řadě podle špičkové hustoty. Jedním ze způsobů, jak lze určit hustotu výkonu, je předpoklad, že všechny stojany v řadě budou mít výkon a chlazení odpovídající maximální očekávané špičkové zátěži. V tomto případě je nutné celkovou kapacitu chlazení a napájení naplánovat pro případ, že všechny stojany budou mít maximální příkon. To má nezbytně za následek výrazné předdimenzování kapacity napájení a chlazení, a tedy i zvýšení investičních a provozních nákladů včetně velmi nízké efektivity využití elektrické energie. Tyto nevýhody nenastanou, pokud bude poměr špičkové spotřeby energie k průměrné spotřebě na stojan roven jedné. Pokud však tento poměr dosáhne nebo překročí hodnotu 1,5, budou se nedostatky umocňovat. Specifikace vycházející z maximálního vytížení navíc nepočítá s možností, že zátěže způsobující maximální zatížení stojanu lze rozptýlit po datovém středisku. Tím lze snížit poměr špičkového zatížení k průměrnému zatížení jednotlivých stojanů. Stanovení celkové hustoty výkonu řady na základě nejhoršího očekávaného případu, tedy napájení ve špičce, může být obecně odůvodnitelné pouze v případě, že poměr špičkového zatížení k průměrnému zatížení se blíží hodnotě 1. To je však v typických instalacích velmi řídký případ.

Návrh všech stojanů v řadě podle průměrné hodnoty. Dalším přístupem je specifikace všech stojanů podle průměrné hustoty. Obdobně jako v předchozím případě není tento jednoduchý způsob dostatečný. Důvody jsou však odlišné. Tento způsob vyžaduje odpojení veškeré zátěže stojanů překračující průměr. Připojit ji lze až po vyrovnání zátěže na průměrnou nebo nižší úroveň. Tento způsob má další drobné omezení. Všechny stojany, které mají skutečnou hustotu nižší, než jakou určuje návrh, nevyužívají plánovanou kapacitu napájení a chlazení. Tuto rezervu však nelze použít ke zvýšení kapacity jiných stojanů. Důvodem je to, že řada byla navržena pouze pro napájení a chlazení jednotlivých stojanů na průměrnou zátěž. Představte si následující scénář: Pracovník IT chce instalovat skříň s blade serverem o příkonu 4 kW a umístit ji do řady s plánovanou hustotou výkonu 2 kW na stojan. Někdo by mohl argumentovat, že lze přesměrovat kapacitu napájení 2 kW z nepoužitého stojanu (je-li k dispozici) do skříně s blade serverem. Nicméně chlazení zátěže 4 kW je diskutabilní, protože chladicí systém nebyl navržen pro chlazení stojanů nad 2 kW. Navíc zde zůstává stojan, který nelze využít, protože jeho příkon převzal jiný stojan.

Srovnání výše uvedených alternativních scénářů s požadavky naznačuje, že klíčovým prvkem pro efektivní určení hustoty je **stanovení poměru špičkového a průměrného příkonu stojanu v řadě s tím, že tato hodnota by měla být větší než jedna**. Volba odpovídajícího poměru špičkového a průměrného příkonu stojanu bude záviset na očekávaných rozdílech mezi skutečnými stojany. Tento vztah je na **obrázku 2** znázorněn na základě typických omezení a předpokladů při návrhu datového střediska:

číslo 2

Dopad specifikace špičkové/průměrné hustoty stojanu na celkové náklady na vlastnictví systému napájení a chlazení (pro různé rozdíly skutečné hustoty mezi jednotlivými stojany)



Obrázek 2 znázorňuje, jakým způsobem ovlivňuje specifikace poměru špičkové/průměrné hustoty výkonu stojanu celkové náklady na vlastnictví¹, které souvisejí s infrastrukturou napájení a chlazení na kW instalovaného zařízení IT, pro tři různé scénáře odchylek příkonu stojanů. Data ukazují, že v případě, že všechny stojany mají stejnou spotřebu energie, jsou celkové náklady na vlastnictví optimální (nejnižší hodnota). Tento případ odpovídá situaci, kdy je poměr špičkové a průměrné hustoty rovný jedné. Tento jev se vysvětluje tak, že zvýšená úroveň špičkové hustoty napájení zvyšuje náklady na distribuci napájení a chlazení, ale nepřidává žádnou hodnotu v případě, že všechny stojany mají stejný příkon. Při zvyšování rozdílů v odběru proudu mezi skutečně instalovanými stojany se však zřetelně projevují nevýhody v případě, že nedojde k navýšení specifikace poměru špičkového/průměrného výkonu. Důvodem je neschopnost využít kapacitu napájení a chlazení spolu s nároky na zvýšenou podlahovou plochu pro danou zátěž IT. Poměr špičkové/průměrné hustoty na stojan vyšší než jedna tedy optimalizuje celkové náklady na vlastnictví pro reálné instalace.

Tím se dostáváme k dalšímu klíčovému poznatku, který je třeba zohlednit v zájmu účinné specifikace hustoty výkonu datového střediska: **V případě typických návrhů by poměr špičkové/průměrné hustoty napájení pro stojan měl mít hodnotu dvě. Pokud je očekávaný skutečný poměr špičkové/průměrné hustoty v rámci řady větší než 2, pak se doporučuje rozdělit zatížení IT s nejvyšší hustotou mezi stojany tak, aby se poměr snížil. Další možností je přemístit krajní zátěže do jiných řad.**

Specifikace hustoty na základě pravidel

Po určení průměrné a špičkové hustoty výkonu stojanů pro řadu nebo oblast lze vytvořit návrh pro předvídatelnou implementaci dané specifikace. V případě, že se špičkový výkon stojanu příliš neliší od průměrné hodnoty, je implementace jednoduchá. Pokud však poměr

¹ Celkové náklady na vlastnictví zahrnují investiční náklady spojené s pořízením napájecího a klimatizačního systému včetně nákladů na 10letý provoz, místo a cenu energie. Ty se pohybují v rozmezí 50–90 tisíc USD včetně návrhu a částečného využití. Počítejte s tím, že do nákladů na zařízení UPS a klimatizaci se nezapočítává poměr špičkové a průměrné hustoty. Celkové náklady na vlastnictví jsou určeny na základě ceny a výkonu distribučních systémů napájení a chlazení.

špičkového/průměrného výkonu stojanu v řadě přesáhne hodnotu 1,5, problematika a náklady na implementaci návrhu se začnou zvyšovat. Požadavek na to, aby stojany mohly pracovat se špičkovým výkonem, pokud není překročena průměrná hodnota výkonu, je závažným problémem zejména u instalací, které využívají rozvod vzduchu vedený ve zvýšené podlaze. Celkovou průměrnou hustotu výkonu a špičkovou hustotu výkonu lze zvýšit v případě, že je ve specifikaci povolena implementace hustoty na základě pravidel.

Pro pochopení problémů, které řeší specifikace na základě pravidel, uvažujme případ řady, která má být instalována ke stávajícímu klimatizačnímu systému ve zvýšené podlaze. Předpokládejme, že doporučený poměr špičkové/průměrné hustoty na stojan má hodnotu 2. Z hlediska distribuce napájení je nutné ke každému stojanu přivést napájení s maximální špičkovou hustotou pro daný stojan. Výkon však může být zajištěn zařízeními PDU nebo UPS, která mají kapacitu pro průměrnou hustotu výkonu na stojan vynásobenou počtem stojanů IT. Implementace tohoto scénáře je snadná. Z hlediska chladicího systému však jednotlivé stojany nemají dobře definované nároky na chlazení, protože ty jsou ohodnoceny jako dvojnásobek průměrné hustoty výkonu stojanu. Stojany, které pracují s hustotou výkonu vyšší než průměr, si musí vypůjčit nevyužitou kapacitu od sousedních stojanů, které pracují s průměrnou hustotou výkonu. V případě zvýšené podlahy, která má omezenou kapacitu přívodu vzduchu, to znamená, že vzájemné oddělení stojanů s vysokou hustotou v rámci řady výrazně sníží místní přetížení distribučního systému chlazení. Pokud specifikace zahrnuje možnost vytvoření pravidel ohledně umístění stojanů s vysokou hustotou v rámci řady, pak lze i v rámci možností daného systému dosáhnout vyšších špičkových a průměrných hustot.

Příkladem jednoduchého pravidla může být situace, kdy stojan může překročit průměrný výkon pouze o takovou hodnotu, kterou nevyužívají sousední dva stojany pracující pod úrovní průměrného výkonu. Maximální překročení je pak dáno rozdílem průměrného a skutečného výkonu sousedních stojanů. Maximální hustotu výkonu, které lze pro danou instalaci dosáhnout, lze určit použitím složitějších pravidel, která lze implementovat na systém pro správu napájení a chlazení.²

Možnosti specifikace hustoty pro budoucí rozšiřování

Mnoho datových středisek není vystavěno najednou, ale rozvíjí se postupně. V takových případech není vždy nutné nebo praktické předem určovat hustotu pro řady nebo oblasti, které ještě nejsou plánované. Praktické způsoby určování hustoty výkonu datového střediska musí vyhovovat budoucím požadavkům na hustotu, které je těžké předem odhadnout, a současně musí zachovávat možnosti dalšího zvyšování hustoty (je-li to možné). V ideálním případě jsou náklady a závazky související s implementací infrastruktury napájení a chlazení maximálně odloženy. Další rozvoj datového střediska navíc nesmí ovlivnit dostupnost zařízení IT, která již fungují.

Často se hned zpočátku implementuje taková infrastruktura napájení a chlazení, která bude podporovat předem definovanou hustotu výkonu. Zásadní výhodou počáteční instalace takových zařízení je fakt, že při budoucí implementaci zařízení IT nebude nutné provádět v datovém středisku velké úpravy za provozu. Z tohoto přístupu však vyplývá řada nevýhod, mezi které mohou patřit následující:

- Budoucí hustota IT překračuje hustotu infrastruktury napájení a chlazení, a nelze ji tedy efektivně implementovat.
- Budoucí hustota IT je menší, než je hustota infrastruktury napájení a chlazení. Velké investice do infrastruktury jsou tedy z části zbytečné.

² Implementace pravidel pro chlazení zařízení s vysokou hustotou do systému pro správu je předmětem patentových přihlášek podaných společností Schneider Electric.

- Středisko se dále nerozšiřuje nebo jsou investice do rozšiřování směřovány na jiné místo (kvůli předpisům nebo jiným obchodním důvodům). Počáteční investice do infrastruktury není proto efektivně využita.
- Zatížení datového střediska v blízké budoucnosti je podstatně nižší, než jaké by odpovídalo plánované infrastruktuře napájení a chlazení. To vede k velmi málo efektivnímu využití elektrické energie a vysokým nákladům na elektrickou energii.
- Instalace předdimenzované infrastruktury napájení a chlazení s sebou nese zbytečné kapitálové náklady a náklady na údržbu.

Efektivní model pro určení hustoty umožňuje tyto problémy eliminovat, protože podporuje návrh a implementaci modulární a škálovatelné infrastruktury napájení a chlazení. Taková architektura je založena na počáteční instalaci hlavních přívodů, jako jsou přívody napájení a chlazení pro jednotlivé řady nebo oblasti, a na odložené instalaci nákladné infrastruktury napájení a chlazení, jako jsou systémy UPS, jednotky PDU, stojany, rozvody napájení v rámci řady racků, klimatizační jednotky a vzduchotechnická zařízení. Rozhodnutí týkající se konkrétní hustoty, kterou je třeba zajistit v rámci oblasti nebo řady, je možné odložit na pozdější fázi implementace. Infrastrukturu napájení a chlazení lze implementovat pro jednotlivé řady zvlášť. Praktickým příkladem takové architektury je například systém InfraStruXure.

Uvedená analýza definuje další klíčový faktor navrhované metody pro určování specifikace hustoty: **Řady nebo oblasti v rámci datového střediska, které mají být implementovány v budoucnosti, je třeba plánovat pro maximální hodnoty hustoty výkonu. Tuto hustotu výkonu musí podporovat základní rozvody a kabeláž, které jsou instalovány předem. Výběr konkrétního napájecího a chladicího zařízení je však vhodné odložit, dokud nebude definován plán a hustota výkonu dané implementace.** V takovém případě primární náklady na infrastrukturu napájení a chlazení odpovídají skutečnému využití a je možné je implementovat v době a na místě, kde jsou opravdu zapotřebí. Tím se výrazně snižují investiční a provozní náklady a datové středisko podstatně efektivněji využívá elektrickou energii.

Model

Nyní sestavíme model pro specifikaci hustoty výkonu, který bude splňovat výše uvedené požadavky a bude vyhovovat různým praktickým podmínkám a omezením.

Model je založen na následujících klíčových předpokladech:

- Fyzické rozložení datového střediska předpokládá rozmístění stojanů a skříní do řad.
- Pro každou řadu jsou vyžadovány údaje uvedené v **tabulce 3**.

Tabulka 3

Vyžadované údaje na úrovni řady

Údaje	Jednotky	Popis	Primární použití
Počet umístění stojanů	ks	Počet umístění stojanů v řadě. Zahrnuje všechna umístění. V závislosti na architektuře mohou některé z pozic zaujímat zařízení pro napájení a chlazení.	Určení celkových požadavků na napájení a chlazení jedné řady
Průměrný výkon na stojan v řadě	kW/stojan	Průměrná hustota výkonu na stojan určená pro stojany IT v dané řadě. Musí být určena pro jednotlivé řady v místnosti.	Určení požadavků na hromadnou distribuci napájení a chlazení pro řadu
Špičkový výkon na stojan v řadě	kW/stojan	Špičková hustota výkonu na stojan určená pro jeden stojan v dané řadě. Musí být určena pro jednotlivé řady v místnosti.	Určení návrhu systému rozvodů napájení a chlazení na úrovni stojanů

- Chcete-li zajistit implementaci řady také do budoucnosti, je třeba stanovit co nejvíce realistické hodnoty průměrného a špičkového příkonu stojanu. Je možné počítat s tím, že před implementací lze tyto hodnoty snížit s minimálním nepříznivým dopadem plynoucím z předimenzování primárních kabelových přívodů a rozvodů vzduchu.
- Na základě výše uvedených údajů lze spočítat hodnoty v **tabulce 4**.

Tabulka 4

Vypočtené údaje hustoty

Údaje	Jednotky	Popis	Primární použití
Celkový počet dostupných stojanů IT	ks	Počet dostupných stojanů IT podle návrhu bez stojanových míst vyhrazených pro infrastrukturu napájení a chlazení	Určení celkového plánovaného místa pro stojany IT
Celkové počáteční požadavky na napájení zařízení IT	kW	Celková počáteční zátěž IT bez ohledu na budoucí implementace, kterou musí systémy napájení a chlazení podporovat	Určení bezprostředních investic do infrastruktury napájení a chlazení a její velikosti
Celkové konečné požadavky na napájení zařízení IT	kW	Nejhorší případ zátěže IT, kterou musí systémy napájení a chlazení podporovat	Určení kapacity klíčových zařízení infrastruktury včetně elektrického rozvaděče, kabeláže a instalace chladicího okruhu
Špičková hustota výkonu	kW/stojan	Nejvyšší hustota napájení v rámci řady	Plánování architektury rozvodu chlazení
Průměrná hustota výkonu datového střediska	kW/stojan	Parametr celkové hustoty pro datové středisko	Převod na jiné běžné jednotky jako W/ft ² nebo W/m ² . Takový převod závisí na výběru definice podle tabulky 2 .

Nejsložitějším problémem při definici hustoty pomocí této metody je určení stojanových míst, která bude využívat infrastruktura napájení a chlazení a která tedy nebudou k dispozici pro zařízení IT. Rozumným vodítkem pro odhad hustoty je jeden stojan infrastruktury napájení a chlazení pro každých 15 kW výkonu IT. Doporučení vychází z průměrných požadavků na napájení a chlazení, včetně okolního volného místa, ve stávajících instalacích datových středisek typu 1N a 2N. Přesná hodnota závisí na vybrané architektuře napájení a chlazení, podmínkách v místnosti a na možnostech dodavatele systému. Například v případě systému

datového střediska InfraStruXure poskytuje společnost Schneider Electric nástroje pro počítačový návrh, které provádějí tyto výpočty pro jednotlivé návrhy místností.

Praktické pokyny pro použití

Použití popsaného modelu pro specifikaci hustoty samo o sobě nezajišťuje optimální návrh místnosti. Úspěch konečné instalace ovlivňuje rozhodnutí týkající se rozmístění v místnosti, samotný výběr místnosti a uživatelské odhady požadavků na hustotu. Použití tohoto modelu však poskytuje řadu klíčových výhod, například:

- Zajišťuje úplnější a přesnější popis hustoty datového střediska než ostatní běžně používané metody specifikace.
- Datová střediska postavená podle této specifikace budou mít lépe předvídatelný výkon.
- Tento model je dostatečně podrobný, takže lze rychle odhadnout náklady (investiční a provozní) a urychlit cyklus návrhu včetně analýzy možných alternativních scénářů.
- Model podporuje systém modulární implementace škálovatelného datového střediska, který může výrazně snížit celkové náklady na vlastnictví a zlepšit efektivitu využití elektrické energie.

Popsaná metoda specifikace hustoty má následující praktické použití:

- Porovnání celkových nákladů na vlastnictví u alternativních možností datových středisek nebo rozmístění v místnosti
- Odhad nákladů souvisejících se zvýšením hustoty v plánovaném nebo stávajícím datovém středisku
- Specifikace, která jasně stanovuje očekávanou hustotu ve srozumitelné podobě pro uživatele IT. Díky tomu mají operátoři datového střediska a dodavatelé systémů datového střediska stejná očekávání

Implementace tohoto způsobu pro stanovení hustoty použitím počítačových nástrojů pro návrh datového střediska umožňuje zjednodušit a automatizovat specifikace i proces návrhu.

Příklad specifikace datového střediska

Použití modelu při specifikaci skutečného datového střediska si ukážeme na příkladu. V našem případě je k dispozici sál pro projekt konsolidace serverů. Veškerá zařízení UPS, rozvod napájení a chladicí systémy mají být umístěny přímo v sále a dosud neexistují. Zvýšená podlaha není zbudována a vzhledem ke světlosti stropu není ani možná. Implementovat se budou různá síťová zařízení včetně blade serverů, serverů montovaných do stojanů, úložišť a síťového vybavení. Blade servery mají být seskupeny dohromady a nemají být rozmístěny v různých částech sálu. Podle odhadu zaberou aktuální požadavky pouze polovinu sálu. Zbývající prostor má být vyhrazen pro hustotu výkonu o 20 % vyšší, než je aktuální implementovaná hustota. V budoucnosti bude navíc třeba podporovat přinejmenším 3 stojany s blade servery, jejichž odběr je odhadován na 25 kW na stojan. Požadavky na dostupnost odpovídají systému napájení a chlazení bez redundance.

Obrys místnosti je znázorněn na **obrázek 3** spolu s navrženým rozmístěním stojanů. Celkem je v místnosti plánováno 41 pozic pro stojany. Je rozhodnuto, že řady 1, 2 a 3 budou implementovány okamžitě a řady 4, 5, 6 a 7 budou následovat později. Kontrola aktuálně plánované implementace umožňuje provedení dílčích změn, například přesunutí výkonného zařízení do jiné řady kvůli snížení poměru špičkové/průměrné hustoty. Servery blade jsou všechny společně umístěny do řady 2. Specifikace pro řady 1, 2 a 3 jsou uvedeny v **tabulce 5**.

číslo 3

Půdorys místnosti pro navržené datové středisko včetně navrženého rozložení stojanů (obrázek pochází ze softwaru InfraStruXure Build Out Tool)

The screenshot displays the APC InfraStruXure BuildOut Tool interface within a Microsoft Internet Explorer browser. The browser's address bar shows the URL: `http://configurator.apcc.com/products/powerstruxure/configurator/PSX_Config.cfm?ISOCo`. The tool's main window is titled "Define Area ? (tutorial)".

Define Area ? (tutorial)

- Area width (feet): 22.11
- Area length (feet): 54.17
- Area size (sq feet): 1069

Aisle setup ?

- Hot aisle/Cold aisle
- Racks facing same directions
- First aisle is: Hot Cold

Aisle width ?

- Hot aisle (feet): 3.0
- Cold aisle (feet): 4.0

Area Positions ?

- Available positions: 41
- Required positions: 0

Options ?

- Zoom: 51

The right side of the interface shows a grid-based floor plan of a server room. The room is 54.17 feet long and 22.11 feet wide. The layout includes several aisles and server racks. Labels "Hot" and "Cold" are placed along the aisles to indicate the cooling configuration. A legend at the bottom indicates: "G - Gap B - Block [] - Available position". A "Cancel" button is visible at the bottom left of the tool window. The footer of the browser window shows "Loading Java Applet ..." and "Copyright © American Power Conve".

Tabulka 5

Údaje hustoty pro řady v navrženém datovém středisku

Údaje	Jednotky	Řada 1	Řada 2	Řada 3	Řada 4	Řada 5	Řada 6	Řada 7	Celkem
Počet umístění stojanů	ks	7	7	7	5	5	5	5	41
Průměrný výkon na stojan v řadě	kW/stojan	2	5	3	4	4	4	4	3.7
Špičkový výkon na stojan v řadě	kW/stojan	4	15	6	15	15	15	15	15

Na základě těchto údajů lze vypočítat průměrnou hustotu první implementace pomocí vzorce $(2 * 7 + 5 * 7 + 3 * 7) / 21 = 3,3$ kW na stojan. Pokud jsou další řady plánovány s hustotou o 20 % vyšší (bez určení podrobností pro řady), pak lze celkovou hustotu datového střediska vypočítat vzorcem $(2 * 7 + 5 * 7 + 3 * 7 + 4 * 5 + 4 * 5 + 4 * 5 + 4 * 5) / 41 = 3,7$ kW na stojan. Specifikace budoucích řad s hodnotou špičkové hustoty 15 kW poskytuje značnou pružnost pro další změny v návrhu těchto řad. Další specifikace pro řady 4, 5, 6 a 7 jsou uvedeny v **tabulce 5**. Jediným důsledkem vysoké špičkové hodnoty pro budoucí řady je konzervativní pojetí kapacity primárního zdroje napájení a chlazení.

Na základě **Obrázku 1** bude první odhad maximálního místa, které zabere napájecí a chladičí zařízení, 30 % pro průměrnou hustotu stojanu 3,7 kW, což odpovídá místu pro 13 stojanů (30 % x 41 stojanů). Z tohoto výpočtu vyplývá, že celkový maximální dostupný počet stojanů IT bude na základě specifikace hustoty 70 %, neboli 28 stojanů. Specifikace hustoty pro navržený projekt konsolidovaných serverů se skládá z **tabulky 5** spolu s vypočtenými hodnotami v **tabulce 6**.

Tabulka 6

Vypočtené údaje pro sál navrženého datového střediska

Údaje	Hodnota	Jednotky	
Celkový počet dostupných stojanů IT	28	ks	Část místa v datovém středisku zaujímá zařízení pro napájení a chlazení.
Celkové počáteční požadavky na napájení zařízení IT	47	kW	Nejprve je třeba instalovat napájecí a chladicí zařízení pro zátěž IT nejméně 47 kW. Při použití obrázku 1 se započtením hustoty řady 1, 2 a 3 je v jednotlivých řadách k dispozici 6, 4 a 5 míst pro stojany IT (6 x 2 kW/stojan + 4 x 5 kW/stojan + 5 x 3 kW/stojan = 47 kW).
Celkové konečné požadavky na napájení zařízení IT	104	kW	Instalace ostatních napájecích a chladicích zařízení se odkládá na dobu, kdy budou určeny zbývající řady, klíčovou rozvodnou infrastrukturu, včetně rozvaděčů, kabeláže a chladicího potrubí, je však nutné nainstalovat ve velikosti vhodné pro cílovou zátěž IT 104 kW (28 stojanů IT x 3,7 kW/stojan = 104 kW).
Špičková hustota výkonu	15	kW/stojan	Chlazení zařízení o vysoké hustotě zmenšuje možnosti, které jsou k dispozici, a zvyšuje náklady. Před potvrzením návrhu takto vysoké hustoty je vhodné pokusit se rozprostřít špičkovou zátěž.
Průměrná hustota výkonu datového střediska	3.7	kW/stojan	Takto specifikované datové středisko má více než dvojnásobnou hustotu, než jaká odpovídá průměrnému datovému středisku. Této hustoty dosahuje méně než 2 % současných datových středisek.

V tomto okamžiku lze vytvořit návrh. Dalším krokem by mělo být určení fyzického umístění zařízení pro napájení a chlazení. Přitom je třeba vycházet z podstaty těchto zařízení a návrhu systému. Tento postup vychází ze složitých matematických modelů jednotlivých zařízení, pravidel optimalizace a požadavků zákazníků. Postup se liší podle konkrétních výrobců napájecích a chladicích zařízení, a nebude zde proto rozebírán. V ideálním případě by návrh vyžadoval pouze napájecí a chladicí zařízení nutné v první fázi implementace. Navíc by na základě částečné specifikace plánu dalšího rozvoje předpovídal a usnadňoval budoucí instalaci napájecího a chladicího zařízení. Návrh by například zajistil, že při první fázi implementace budou instalovány elektrické rozvody a vzduchotechnika pro všechny budoucí stojany. Přestože jsou další řady aktuálně určeny pomocí hodnot průměrné a špičkové hustoty pro jednotlivé stojany, je možné počítat s tím, že při dalších fázích implementace lze tyto hodnoty kdykoli změnit. Jediným požadavkem je, že celkový příkon celé oblasti nesmí překročit předem naplánovanou hodnotu.

Závěr

Standardní způsoby popisu hustoty výkonu datového střediska jsou příliš jednoduché, neúplné a nejednoznačné. Tyto starší metody neumožňují plánovat a zajistit předvídatelný výkon napájení a chlazení datového střediska s vysokou hustotou výkonu pro nové generace zařízení IT.

V tomto dokumentu byly zdůrazněny požadavky na specifikaci hustoty výkonu a popsány nové způsoby pro její stanovení. Uvedený způsob poskytuje použitelné specifikace, které jasně definují požadavky pro odborníky IT a dodavatele zařízení. Navíc usnadňuje vytváření datových středisek, jejichž chování bude předvídatelné a která budou efektivně využívat elektrickou energii i vynaložené náklady.



O Autorovi

Neil Rasmussen je hlavním viceprezidentem pro inovace ve společnosti Schneider Electric. Stanovuje technické oblasti, na které se má zaměřit výzkum a vývoj s největším rozpočtem na světě určeným na oblast napájení, chlazení a infrastruktury stojanů pro síť nejvyšší důležitosti.

Neil Rasmussen je držitelem 19 patentů souvisejících s infrastrukturou napájení a chlazení datových středisek s vysokou účinností a vysokou hustotou a vydal přes 50 dokumentů White Paper pojednávajících o systémech napájení a chlazení, z nichž některé byly vydány ve více než 10 jazycích. V poslední době se zaměřuje na zvyšování energetické účinnosti. Je mezinárodně uznávaným autorem hlavních příspěvků na konferencích o vysoce účinných datových střediscích. Neil Rasmussen v současnosti pracuje na vědeckém zkoumání vysoce efektivní modulární a škálovatelné infrastruktury pro datová střediska s vysokou hustotou výkonu a je hlavním architektem systému APC InfraStruXure.

Před založením společnosti APC v roce 1981 získal Neil Rasmussen bakalářský a magisterský titul na univerzitě MIT v oboru elektrotechnika. Zpracoval diplomovou práci na téma analýzy napájení 200MW fúzního reaktoru Tokamak. Od roku 1979 do roku 1981 pracoval v institutu MIT Lincoln Laboratories na setrvačkových systémech uložení energie a solárních napájecích systémech.



Zdroje

Kliknete na ikonu pro
připojení ke zdroji



**Napájení a chlazení pro vysoce
kompaktní stojany a blade servery**

White Paper 46



**Možnosti napájení stojanů v případě
zařízení s vysokou hustotou**

White Paper 29



Procházet všechny dokumenty

White Paper

whitepapers.apc.com



Procházet všechny

TradeOff Tools™

tools.apc.com



Kontaktujte Nás

Názory a komentáře týkající se obsahu tohoto dokumentu White Paper:

Data Center Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

Jste-li zákazník a máte-li dotazy týkající se projektu datového střediska:

Kontaktujte zástupce **Schneider Electric**
www.apc.com/support/contact/index.cfm

Příloha

Určení podílu dostupného místa ve stojanech datového střediska na celkovém místu ve stojanech použitém i pro napájecí a chladicí zařízení

Graf na **obrázku 1** je vypočítán na základě vyvážení příkonu zařízení a kapacity napájecího a chladicího zařízení. Použity jsou následující veličiny:

P_I = příkon zařízení IT

P_N = kapacita napájecích a chladicích zařízení

D_I = hustota výkonu zařízení IT (v kW na stojanové umístění)

D_N = hustota výkonu napájecích/chladicích zařízení (v jednotkách kW na stojanové umístění)

R_N = počet stojanů, které zabírají napájecí a chladicí zařízení

R_I = počet stojanů využitých zařízením IT

R_T = celkový počet stojanů v místnosti

$$P_N = P_I$$

$$R_N D_N = R_I D_I$$

$$R_N = \frac{R_I D_I}{D_N}$$

Nicméně platí: $R_N = R_T - R_I$

Proto $R_T - R_I = \frac{R_I D_I}{D_N}$ $R_T = R_I \left(1 + \frac{D_I}{D_N} \right)$

$$\frac{R_I}{R_T} = \frac{1}{\left(1 + \frac{D_I}{D_N} \right)}$$

Tento konečný vzorec vyjadřuje funkci znázorněnou na **Obrázku 1**. Hodnota D_N závisí na použitém napájecím a chladicím zařízení a na redundanci konfigurace.