

Přezkoumání vhodnosti použití zvýšené podlahy pro aplikace datových středisek

White Paper #19

APC[®]
Legendary Reliability™

Resumé

V tomto dokumentu jsou popsány okolnosti, které daly podnět k vývoji a používání zvýšených podlah v prostředí datových středisek. Mnohé z důvodů pro využití systémů zvýšených podlah již v současnosti neplatí. Kromě toho problémy spojené s využitím tohoto prvku naznačují, že rozšířené použití zvýšených podlah v mnohých aplikacích již nemá opodstatnění ani není zcela žádoucí.

Úvod

Se zvýšenou podlahou se lze setkat v mnoha datových střediscích. Datové středisko je podle jedné z běžných definic výpočetní sál se zvýšenou podlahou.

Vědecká koncepce a technické řešení zvýšených podlah byly plně vyvinuty v šedesátých letech dvacátého století. Koncepce byla podrobně popsána ve standardu Federal Information Processing Standard 94 (Federální standard pro zpracování informací) v roce 1983. Základní koncepce zvýšených podlah zůstala po téměř 40 let relativně beze změny.

V oblasti telekomunikací se zvýšené podlahy nikdy nestaly běžným prvkem. Sbližování telekomunikací a systémů IT však vyvolalo otázky ohledně výhodnosti různých přístupů. V poslední době je stále více datových středisek IT navrhováno bez použití zvýšených podlah. Tento trend lze ozřejmit pomocí stručné exkurze do historie používání zvýšených podlah.

Prvky zvýšené podlahy

Zvýšená podlaha byla vyvinuta a implementována jako systém určený k zajištění následujících funkcí:

- Rozvod studeného vzduchu pro chlazení systému
- Vedení a podpora pro datové kabely
- Vedení pro napájecí kabely
- Měděná zemnicí mřížka pro uzemnění vybavení
- Místo pro přívod chlazené vody a pro další potrubí

K pochopení vývoje koncepce zvýšených podlah je důležité prozkoumat každou z uvedených funkcí a též popsat původní požadavky, které vedly k tomu, že byla tato koncepce zvýšených podlah přijata jako vhodné řešení. Kromě toho je také užitečné popsat, jak se původní požadavky v průběhu doby změnily.

V následujících oddílech jsou zdůrazněny protiklady původních a současných požadavků souvisejících s uvedenými funkcemi.

Rozvod studeného vzduchu pro chlazení systému

Původní požadavky	Současné požadavky
Je třeba zajistit přívod studeného vzduchu do blízkosti chlazených zařízení. Požadavky na systém chlazení se během životnosti datového střediska výrazně nemění. Za účelem zajištění odolnosti proti výpadkům lze systém napájet pomocí více napájecích jednotek.	Je třeba zajistit přívod studeného vzduchu do blízkosti chlazených zařízení. Požadavky na systém chlazení jsou během životnosti datového střediska mnohokrát změněny a upraveny v důsledku přidávání či odebrání vybavení. Za účelem zajištění odolnosti proti výpadkům lze systém napájet pomocí více napájecích jednotek.

System zvýšené podlahy splňuje původní požadavky a díky možnosti výměny či přemístění podlahových průduchů je velmi vhodný také pro zajištění současných požadavků.

Vedení a podpora pro datové kabely

Původní požadavky	Současné požadavky
<p>Propojení mezi stojany zajišťují masivní měděné datové kabely s více vodiči.</p> <p>Správná činnost je zajištěna díky kabelům s nejkratší možnou délkou.</p> <p>Kabely musí být zakryty.</p> <p>Kabely nejsou během životnosti datového střediska měněny.</p>	<p>Optické a měděné síťové kabely s tenkými vlákny.</p> <p>Kabely jsou během životnosti datového střediska mnohokrát měněny.</p> <p>Je vyžadována možnost snadného přístupu ke kabelům.</p>

System zvýšených podlah ve své době představoval jediné možné praktické řešení původních požadavků. V současné době již však takové řešení není nutné a kromě toho příliš neodpovídá současným požadavkům zejména kvůli obtížnému přístupu k datovým kabelům. Z tohoto důvodu je dnes ve většině současných datových středisek využívajících zvýšenou podlahu vedena část kabeláže či veškerá kabeláž pro přenos dat ve stropním prostoru.

Vedení pro napájecí kabely

Původní požadavky	Současné požadavky
<p>Zařízení IT je vybaveno pevnými propojeními s vyhrazenými okruhy.</p> <p>Okruhy se během životnosti datového střediska nemění.</p>	<p>Zařízení IT je připojováno do standardních zásuvek.</p> <p>Je vyžadováno použití mnohem vyššího počtu samostatných zařízení IT na metr čtvereční.</p> <p>Zařízení IT jsou měněna v průměru každé 2 roky.</p> <p>Proudové odbočky jsou během životnosti datového střediska měněny několikrát.</p>

System zvýšené podlahy splňuje původní i současné požadavky, s ohledem na snadný přístup za účelem úprav kabeláže je však nevýhodný. Distribuce napájení ve stropním prostoru historicky neprokázala žádné výhody. Distribuce napájení zůstává klíčovým důvodem pro používání systémů zvýšené podlahy.

Měděná zemnicí mřížka pro uzemnění vybavení

Původní požadavky	Současné požadavky
<p>Kvůli zajištění správné činnosti a předcházení poškození je pro integritu datových signálů s přímým propojením nutné, aby propojená zařízení byla uzemněna společně s diferencí menší než 0,1 V.</p>	<p>Měděné síťové kabely jsou galvanicky izolovány pomocí izolačního transformátoru, až do hodnoty 1000 V nepodléhají interferencím způsobeným posunem uzemnění a umožňují běžné propojení na vzdálenosti delší než 50 m.</p> <p>Optické síťové kabely jsou vůči posunu uzemnění zcela odolné.</p>

Potřeba použití měděné zemnicí mřížky byla virtuálně eliminována. Zemnicí propojení mezi stojany a panely proudových odboček splňují současné požadavky.

Místo pro přívod chladicí kapaliny a pro další potrubí

Původní požadavky	Současné požadavky
Některá zařízení IT vyžadují potrubí pro přímý přívod chladicí kapaliny.	Zařízení IT nevyžadují potrubí pro přímý přívod chladicí kapaliny.

Zvýšené podlahy představovaly jedinou prakticky využitelnou cestu ke splnění požadavků na přívod chladicí kapaliny k zařízením IT. Tento požadavek je však omezen na velmi úzkou oblast a u většiny instalací (zvláště u menších instalací) již neexistuje.

Problémy při použití zvýšené podlahy

Uvedená fakta naznačují, že zvýšené podlahy představovaly velmi účinný a praktický způsob pro splnění původních požadavků raných datových středisek. Je také zřejmé, že mnohé z původních požadavků, které diktovaly použití zvýšených podlah, již neexistují. Požadavky datových středisek se ve skutečnosti významně vyvinuly a změnily. Je důležité revidovat problémy, které s použitím zvýšených podlah v současné době vyvstávají.

Zemětřesení

Při použití zvýšené podlahy se výrazně zvyšuje obtížnost zajištění datového střediska s ohledem na seismickou činnost Země a vyhodnocení stupně odolnosti vůči tomuto riziku. Podpora umístění zařízení nad úroveň podlahy v mřížce výrazně omezuje možnost ukotvení zařízení. Vzhledem k tomu, že každá instalace je odlišná, je téměř nemožné otestovat či vyhodnotit stupeň odolnosti instalace vzhledem k seismické činnosti. V oblastech, kde jsou specifikovány požadavky na odolnost vůči seismické činnosti, jde o závažný problém.

Během rozsáhlého zemětřesení v Kobe v Japonsku utrpěla místní datová střediska v celém regionu mimořádné škody. Mnohá datová střediska, u nichž se předpokládala obnova činnosti v řádu hodin či dní, zůstala nefunkční déle než měsíc. Mnoho systémů zvýšených podlah s předpokládanou odolností proti zemětřesení se v důsledku tlakových sil zborstilo a při jejich deformaci a tlaku na podlahy budov došlo k propadu zařízení IT podlahami a jejich značnému poškození. Poškozená zařízení bylo nutné vyjmout a opravit či vyměnit v rámci složitých a časově náročných operací.

Při zřícení Světového obchodního centra v New Yorku v roce 2001 byla vážně poškozena mnohá okolní datová střediska, přestože podle předpokladů měla tragédii přestát bez vážnější újmy. Nárazy a tlakové síly v budovách vedly ke kolapsům a zborcení systémů zvýšených podlah a následným výrazným výpadkům.

Běžná doba výpadku v oblasti Kobe odpovídala hodnotě 50 000 minut (5 týdnů). Tuto hodnotu porovnejme s maximální hodnotou 5 minut za rok, což je hodnota požadovaná pro dosažení stupně spolehlivosti 99,999 % (tzv. stupeň „pěti devítek“). Reálná hodnota byla **10000 krát horší** než projektovaná hodnota 99,999 %. Pokud bychom plánovali, že na zemětřesení bude připadat 10 % doby výpadků, znamenalo by to, že datová centra v oblasti Kobe by mohla dosáhnout stupně odolnosti 99,999 % pouze v případě, že by k zemětřesením srovnatelné síly v dané oblasti docházelo jednou za 100 000 let, což je zcela nerealistický předpoklad.

V oblastech s častými zemětřeseními nemá smysl očekávat v případě použití zvýšených podlah zajištění odolnosti stupně 99,999 %. Žádný pokus o vytvoření takového zařízení by ani nebylo možné účinně ověřit. Toto je jeden z důvodů, proč se systémy zvýšených podlah nepoužívají v telefonních ústřednách. Jde také o nejzávažnější důvod, proč není žádoucí používat zvýšené podlahy ani u datových středisek s požadovaným vysokým stupněm dostupnosti.

Přístupnost

Vzhledem k tomu, že obměna zařízení v moderních datových střediscích probíhá přibližně jednou za dva roky, jsou v kabelážích pro napájení a datové přenosy prováděny změny takřka nepřetržitě. Obtížnost přístupu ke kabeláži pod zvýšenou podlahou vede ke zpožděním a dodatečným nákladům spojeným s potřebami úprav.

Zatížení podlahy

Běžně používané stojany pro zařízení mohou dosahovat hmotnosti až 900 kg. V případě potřeby přemístění lze se stojany pojíždět. Kromě toho je třeba pro zařízení používaná při přemísťování vybavení zajistit přístup do datového střediska. Prostředí zvýšené podlahy může někdy vyžadovat speciální zesílení. V některých případech je tato potřeba omezena pouze na určité uličky. Zajištění dodržení požadavků na zatížení podlahy vyžaduje také určité náklady a plánování.

Plnou kapacitu zatížení podlahy lze využít pouze v případě, že jsou na svém místě všechny podlahové desky. Pevnost podlahy ve vzhledu (laterální) závisí na přítomnosti podlahových desek. V datových střediscích jsou však běžně k vidění podlahové desky nebo dokonce celé řady desek trvale demontované za účelem provádění častých úprav kabeláže nebo úkonů údržby. Takové situace mohou zapříčinit neočekávaný katastrofický kolaps zvýšené podlahy.

Světlá výška

U některých potenciálních umístění datových středisek není zmenšení světlé výšky místnosti plynoucí z použití zvýšené podlahy přijatelné. Tento faktor může omezit volby pro výběr umístění datového střediska. V Japonsku je například obvyklé odstranění podlahy následujícího patra budovy, aby byla zachována požadovaná světlá výška místnosti.

Vedení

Pokud je kabeláž vedena pod zvýšenou podlahou, podléhá speciálním požárním předpisům. Zvýšená podlaha je z hlediska požárních předpisů považována za „vzduchem vyplněný prostor“. Vzhledem k proudění a distribuci vzduchu je oheň ve vzduchem vyplněném prostoru z požárního hlediska považován za zvláštní riziko. Z tohoto důvodu je vyžadováno, aby kabeláž pod zvýšenou podlahou byla opatřena ohnivzdorným izolačním vedením, které může být vyrobeno z kovu nebo ze speciálního ohnivzdorného polymeru. V důsledku toho je instalace vedení poměrně drahá a náročná na provedení. Zvláště složitý problém nastává v případě, že je v datovém středisku třeba provést úpravy vedení za provozu.

Zabezpečení

Zvýšené podlahy jsou prostorem, v němž lze skrýt osoby či různá zařízení. V případě datových středisek rozdělených pomocí ochranných klecí (například u více zařízení ve stejném umístění) představuje zvýšená podlaha potenciální riziko neoprávněného přístupu do oblastí uvnitř klecí. Z tohoto důvodu se často pro více zařízení ve stejném umístění nepoužívají systémy se zvýšenými podlahami.

Distribuce napájení

Počet proudových odboček na metr čtvereční je v moderních datových střediscích mnohem vyšší než v době, kdy byla architektura zvýšených podlah vyvinuta. Během éry počítačů typu mainframe mohla jedna vysokoproudová odbočka s pevným zapojením obsloužit stojan využívající plochu 6 podlahových desek nebo přibližně 2,23 metru čtvereční. V současné době může stejná plocha obsahovat dva stojany, přičemž každý z nich může vyžadovat okruhy o kapacitě 12 kW a napětí 120 V s napájením typu A nebo B, tedy celkový počet 12 proudových odboček. Hustota výsledného vedení spojená s tímto dramatickým zvýšením počtu proudových odboček představuje vážný problém s ohledem na proudění vzduchu pod úrovní zvýšené podlahy. K zajištění potřebného průtoku vzduchu může být v takovém případě vyžadována zvýšená podlaha až o výšce 1,2 m. Nárůst výšky zvýšené podlahy se negativně projeví na strukturální celistvosti a vede také ke zvýšení nákladů, k zatížení podlahy a ke zhoršení odolnosti vůči seismické činnosti.

Čištění

Zvýšená podlaha představuje prostor, jehož čištění je z principu obtížné. Prach, písek a další nečistoty se za normálních okolností hromadí pod zvýšenou podlahou a jsou zde obvykle ponechávány, protože obtížnost čištění tohoto prostoru a možné riziko poškození vedení jsou považovány za příliš vysoké. Při odejmutí podlahové desky může dojít k výrazným změnám proudění vzduchu pod podlahou, což může vést a nežádka i vede k vyfouknutí prachu a nečistot do zařízení nebo do očí obsluhujících osob.

Bezpečnost

Odejmutá podlahová deska představuje vážné a neočekávané riziko pro operátory a návštěvníky datového střediska. V datových střediscích se zvýšenou podlahou o výšce 1,2 m a větší je nebezpečí pádu do otvoru po odejmuté podlahové desce s následkem smrti poměrně značné. V současné době dochází během životnosti datových středisek k častým úpravám zařízení, což vytváří riziko překročení povoleného zatížení a následného zborcení podlahy.

Náklady

Systém zvýšené podlahy představuje významné náklady. Obvyklá hodnota nákladů na implementaci zvýšené podlahy (návrh, materiál, montáž, instalace a testování) dosahuje řádově 20 USD na čtvereční stopu (0,09 metru čtverečního). Kromě toho je zvýšená podlaha obvykle sestavena na maximální možné ploše, kterou bude nakonec datové středisko zabírat, ať už to současné požadavky nebo požadavky krátkodobého či konečného výhledu vyžadují, či nikoli. Uvedené náklady 20 USD na čtvereční stopu nezahrnují dodatečné náklady spojené s instalací napájení a datové kabeláže. Tyto náklady představují značnou částku, která je obvykle investována pouze v případě skutečné potřeby.

Překážky bránící v ústupu od zavádění systémů zvýšených podlah

Ačkoli je použití zvýšené podlahy eliminováno u stále většího počtu instalací a ačkoli jsou výhody eliminace zvýšené podlahy poměrně značné, některá datová střediska jsou stále navrhována s použitím zvýšených podlah. Při rozhovorech, které zástupci společnosti APC vedli s uživateli zvýšených podlah, byly formulovány následující překážky.

Vnímání

Systém zvýšené podlahy se stal jakousi ikonou symbolizující datová střediska s vysokou dostupností. Pro mnohé společnosti představuje prezentace vlastního datového střediska důležitou součást prohlídek zařízení pořádaných pro klíčové zákazníky. Datová střediska bez zvýšené podlahy jsou vnímána jako neúplná, druhořadá či neumožňující zajistit nejvyšší kvalitu. Následkem toho je systém zvýšené podlahy instalován v rámci vytváření vlastního image společnosti. V některých případech byly dokonce instalovány zvýšené podlahy, které vůbec neslouží účelům chlazení ani instalace kabeláže a jejichž funkce spočívá pouze ve vytvoření požadovaného image. Tento faktor je paradoxně největší překážkou při ústupu od používání systémů zvýšených podlah.

Návrh chlazení

Návrháři a operátoři datových středisek si cení flexibility při navrhování chladicích systémů, kterou použití zvýšené podlahy umožňuje. Systém zvýšené podlahy umožňuje přemísťovat podlahové desky s průduchy tak, aby bylo dosaženo optimálního teplotního profilu. Dosažení optimálního teplotního profilu je při použití stropního systému se vzduchovým potrubím mnohem složitější. Navíc mají návrháři mnohem více zkušeností s navrhováním systémů zvýšených podlah a s rozvodem vzduchu v těchto systémech, takže mohou lépe předvídat chování takových systémů.

Distribuce napájení

V důsledku posunu od menšího počtu větších zařízení IT k relativně většímu počtu menších zařízení IT výrazně vzrostl počet proudových odboček na metr čtvereční v moderních datových střediscích a je mnohem vyšší než v době, kdy byla architektura zvýšených podlah vyvinuta. To znamená, že je třeba najít prostor pro provoz těchto proudových odboček. Pokud není použita zvýšená podlaha, musí být tyto odbočky a příslušné oddělené okruhy rozváděny ve stropním prostoru. Instalace a údržba připojených proudových odboček a příslušných obvodů ve stropním prostoru může být obtížnější než správa proudových odboček pod úrovní zvýšené podlahy.

Návrhy bez použití zvýšené podlahy

Náklady a problémy spojené s použitím zvýšené podlahy lze eliminovat pouze v případě, že existuje praktické a dostupné alternativní řešení. Naštěstí existuje mnoho možností návrhu, které umožňují vytvoření alternativ. Úplná diskuse nad alternativními řešeními však přesahuje rámec tohoto dokumentu. Obecně lze říci, že metody chlazení bez použití zvýšené podlahy lze rozdělit do tří kategorií. Tyto kategorie jsou shrnuty v následující tabulce:

Tabulka 1 – Metody chlazení bez použití zvýšené podlahy

Třída datového střediska	Metoda chlazení
Malá datová střediska / datové sály (menší než 100 metrů čtverečních)	Klimatizační jednotky bez potrubního systému jsou připevněny na stojanech, na zdi nebo na stropě.
Středně velká datová střediska (100–500 metrů čtverečních)	Klimatizační jednotky počítačových sálů stojící na podlaze jsou vybaveny distribučním systémem bez potrubí a odvodním systémem ve sníženém stropním prostoru.
Velká datová střediska (větší než 500 metrů čtverečních)	Klimatizační jednotky počítačových sálů stojící na podlaze nebo připevněné ve střešním systému jsou vybaveny potrubním systémem pro distribuci chlazeného vzduchu v kombinaci s odvodem pomocí otevřeného nebo sníženého stropního prostoru.

Použití všech těchto metod již bylo vyzkoušeno, ve srovnání se systémy zvýšených podlah jsou však metodika navrhování a dodávaná zařízení pro tyto typy instalací stále ještě méně rozvinuté. Z tohoto důvodu jsou mnohé systémy takového typu jedinečné. Aby bylo možné implementovat tyto typy instalací se stejnou mírou předpověditelnosti, jaké lze dosahovat u systémů zvýšených podlah, budou muset strojírenské společnosti a další dodavatelé rozšířit svou bázi znalostí i výrobků.

Nedávné inovace v oblasti distribuce napájení pomocí stropních stojanů přinesly v porovnání s distribucí napájení v prostoru pod podlahou možnost dosažení nižších nákladů. V kombinaci s vyvíjenými stropními systémy chlazení tak tyto postupy představují praktickou alternativu, která umožňuje překonat nevýhody systémů zvýšených podlah.

Závěr

Mnohé z důvodů, které vedly k masivnímu používání systémů zvýšených podlah, již neexistují. Absence přesvědčivých důvodů spolu s problémy spojenými s používáním zvýšených podlah naznačují, že rozšířené použití systémů zvýšených podlah již nelze ve většině aplikací (zvláště v menších datových střediscích) ekonomicky ani technicky odůvodnit. Technické překážky, které zabraňovaly přechodu od systémů zvýšených podlah k jiným řešením, byly v poslední době vyřešeny nově vyvinutými technologiemi. Systémy zvýšených podlah nicméně zřejmě budou ještě nějakou dobu používány, zejména díky velmi rozsáhlé databázi znalostí a zkušeností a také díky nedotknutelnému image a pověsti, které tyto systémy mají.