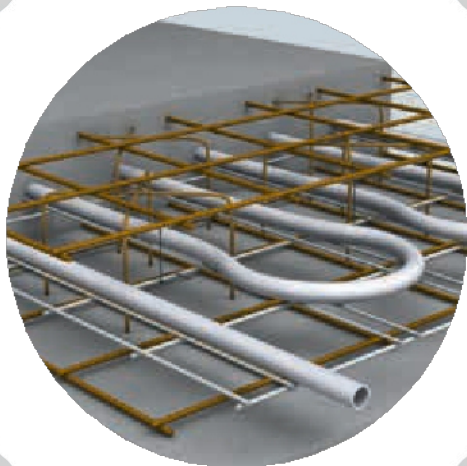




Kompendium Geocore BATISO

TERMÁLNĚ AKTIVNÍ
STAVEBNÍ SYSTÉMY

Obsah

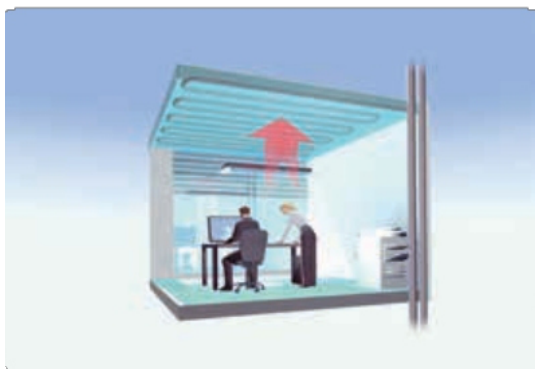
1.	Popis systému a použití.....	5
1.1	Princip.....	6
1.2	Geocore BATISO.....	6
2.	Proč zvolit TABS?.....	9
2.1	Tepelný komfort.....	11
2.1.1	PMW a PPD	
2.1.2	Provozní teploty v místnosti	
2.1.3	Charakteristické vnitřní klima	
2.1.4	Přizpůsobení podle ISO 7730	
2.1.5	Další parametry komfortu	
2.1.6	Hygienické směrnice pro nemocnice	
2.2	Produktivita prác.....	17
2.3	Náklady na životní cyklus systému TABS ve srovnání s jinými systémy HVAC.....	18
2.4	Ideální pro inteligentní a udržitelnou architekturu.....	22
2.5	Flexibilita a využití prostoru.....	23
2.6	Shrnutí výhod TABS.....	26
3.	Základy konstrukce TABS.....	27
3.1	Zdroje chlazení a vytápění.....	28
3.2	Možnosti systémů vytápění a chlazení s TABS.....	28
3.3	Poznámky k navrhování komponentů pro tepelné využití energie země.....	30
3.4	Tepelné výpočty.....	35
3.4.1	Výpočet výkonu pro ustálený stav	
3.4.2	Zjednodušený modelový výpočet založený na metodě konečných diferencí (FDM)	
3.5	Konfigurace stropů.....	37
3.5.1	Výkon betonové desky bez izolace	
3.5.2	Tepelný výkon betonové desky s izolační vrstvou proti kročejovému hluku	
3.5.3	Výkon z betonové desky se zvýšenou podlahou	
3.5.4	Snížení výkonu pomocí akustických opatření, izolačních vrstev nebo dutin	
3.6	Dynamické aspekty.....	41
3.6.1	Tepelná simulace budov pro různé typy budov	
3.6.2	Tepelná simulace budovy s prosklením od podlahy ke stropu	
3.6.3	Tepelná simulace budovy s vysokou tepelnou hmotností	
3.6.4	Kdy by se měla simulace použít?	
4.	Stavební metody.....	47
4.1	Konstrukce desek in situ.....	48
4.2	Prefabrikovaná betonová deska.....	49
4.3	Filigránová podlahová deska.....	49
4.4	Prefabrikované betonové podlahy.....	50
4.4.1	Běžné prefabrikované prvky	
4.4.2	Duté jádro	
4.5	Trvalé bednicí desky.....	51
4.6	Speciální použití.....	52
4.6.1	BubbleDeck	
4.6.2	Cobias®	
4.6.3	U-Boot®	
4.6.4	Žebrované a vaflové desky	
4.6.5	Polystyrenové dutinové bloky	
4.6.6	Renovace historických budov	
4.7	Instalace na stěnu.....	55
5.	Pokyny k instalaci.....	57
5.1	Dodávka modulů.....	57
5.2	Kroky instalace.....	59
5.3	Obecné poznámky k instalaci podle normy ISO 11855.....	62
5.4	Zkušební protokoly.....	63
6.	Systémy Geocore BATISO.....	65
6.1	Systém Geocore BIC (Built-In Clamp).....	66
6.2	Systém Geocore Q.....	67
6.3	Systém Geocore BATISO ON.....	67
6.4	Součásti systému.....	68
6.5	Příslušenství systému.....	72
7.	Ovládání a provoz.....	75
7.1	Základy.....	76
7.1.1	Provozní režimy	
7.1.2	Provozní teplota	
7.1.3	Zónování TABS	
7.1.4	Hydraulika TABS	
7.1.5	Senzory	
7.1.6	Ochrana proti kondenzaci	
7.2	Kombinace s dalšími sekundárními systémy.....	83
7.3	Různé konvenční strategie řízení TABS.....	83
7.4	Prediktivní řízení TABS.....	85
7.4.1	Koncepce	
7.4.2	Řízení teploty přívodu v závislosti na předpovědi venkovní teploty	
7.4.3	Vícečetná lineární regrese	
8.	Akustika.....	91
8.1	Základy.....	92
8.2	Relevantní normy.....	94
8.3	Akustická řešení.....	94
8.3.1	Akustická omítka	
8.3.2	Absorbéry pro stěny, podlahy a nábytek	
8.3.3	Stěnové příčky	
8.3.4	Vertikální akustický absorbér	
8.3.5	Absorpční pásy integrované do stropu	
8.3.6	Aktivní akustické prvky	
8.4	Vliv akustických měření na topný/chladicí výkon TABS.....	98
9.	Reference.....	101
10.	Texty výběrových řízení.....	117
10.1	Systém BIC.....	118
10.2	Systém Q 123	

Popis systému a použití

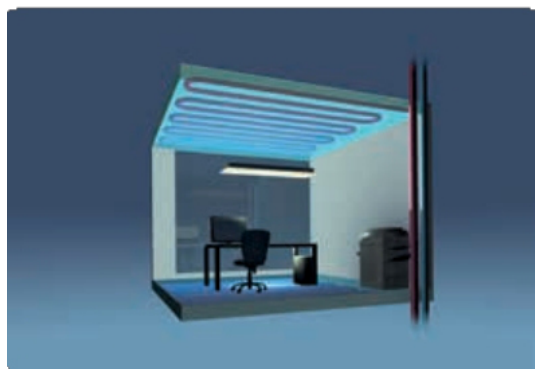
1.1 Princip

Princip fungování „tepelně aktivního stavebního systému“ (TABS podle normy ISO 11855-1) je založen na tepelné akumulační schopnosti částí budovy. Tato tepelná kapacita je dobře známa u historických budov, jako jsou hrady a kostely: jejich velmi silné stěny jsou schopny absorbovat kolísání venkovní teploty.

„Aktivní“ prvek kombinovaného systému chlazení a vytápění je dosažen zabudováním trubek do konstrukčních betonových desek nebo stěn budovy. Systém TABS pracuje při teplotách blízkých teplotě okolí, což usnadňuje integraci obnovitelných zdrojů energie a zdrojů chlazení, které jsou bezplatné. Systém TABS je navíc již desítky let vyspělou a osvědčenou technologií.



TABS – využití tepelné akumulační kapacity budovy



1.2 Geocore BATISO

Betonové stropy lze využít k chlazení a/nebo vytápění budov. Geocore BATISO promění stropy v tepelně aktivní prvky s integrovanými modulárními trubkovými smyčkami umístěnými v konstrukci desky.

Toto řešení od společnosti Geocore využívá tepelnou akumulační kapacitu betonových stropů ve velkých komerčních budovách, jako jsou kancelářské budovy nebo administrativní prostory, a nabízí tak perspektivní a nákladově efektivní způsob regulace vnitřního klimatu.

Systém Geocore BATISO se instaluje společně s výztužnými prvky do betonového stropu. Tepelná aktivace stavebních konstrukcí je důmyslná technologie, která nejen zajišťuje příjemné vnitřní klima, ale také pomáhá chránit životní prostředí a šetřit náklady. Systém Geocore BATISO je forma ústředního vytápění a chlazení, která reguluje vnitřní klima především pomocí tepelné vodivosti a tepelného záření, nikoli konvekce.



BOB – vyvážená kancelářská budova, Căchuy, Německo, 2 000 m² Geocore BATISO

Vytápění a chlazení se dosahuje cirkulací ohřáté nebo ochlazené vody (16–20 °C pro chlazení a 22–28 °C pro vytápění). Ve srovnání s jinými formami vytápění/chlazení tento systém nevytváří žádné turbulence vzduchu díky velmi nízké míře konvekce při přenosu tepla.

Kromě toho jsou přirozeně dostupné zdroje energie využívány ekologickým způsobem. Systém pracuje v teplotním rozmezí blízkém pokojové teplotě, což činí Geocore BATISO ideálním pro použití v kombinaci s přírodními zdroji chlazení a nízkoteplotním teplem.

Systém TABS se doporučuje zejména pro budovy s malým až středním chladicím zatížením, ve kterých je třeba v letních měsících udržovat pokoje v chladu. V budovách se středním až velkým chladicím zatížením může TABS pokrýt základní zatížení. Tato technologie se tak stává stále populárnější jako alternativa k systémům HVAC pro vytápění/chlazení. TABS snižuje rychlost výměny vzduchu na základní úroveň nezbytnou pro správnou hygienu místnosti (1x až 2x rychlost konvekce). Je tak možné instalovat menší ventilační systém.

Výhody

- Vysoký tepelný komfort pro obyvatele, což vede ke zvýšení pracovní produktivity
- Optimalizované využití obnovitelných zdrojů energie
- Součásti systému jsou z velké části bezúdržbové
- Úplná volnost využití prostoru (žádná omezení v designu místnosti)

Proč zvolit TABS?

Tato kapitola zdůrazňuje vlastnosti systému, které přinášejí jasné výhody jak pro obyvatele, tak pro majitele budov. Tyto výhody vyplývají z vysoké kvality vnitřního prostředí, které systém poskytuje, a nízkých nákladů na životní cyklus spojených s tepelně aktivním systémem a jeho integrací do budovy.

Krátkodobé a dlouhodobé výhody systému Geocore BATISO:



Vysoká úroveň tepelné pohody pro obyvatele:

Systém TABS (odkaz ISO11855-1) je tichý. Nevydává žádný hluk z ventilátorů, nevytváří prach ani průvan v interiéru a výměna tepla probíhá prostřednictvím příjemného rovnoměrného sálání ve všech částech místnosti, čímž se eliminuje teplotní asymetrie. Systém TABS funguje prostřednictvím velkoplošných zářičů s nízkým gradientem. Systém poskytuje lepší a zdravější vnitřní prostředí, které je ideální pro bydlení i práci.



Nízké investice a energeticky úsporný provoz:

Hodnocení nákladů životního cyklu ukazuje: čím delší je životnost komponentů systému, tím nižší jsou celkové náklady za celou dobu životnosti. U systémů TABS a vrtných tepelných výměníků s životností přes 50 let (což odpovídá životnosti budovy) to představuje podstatnou výhodu ve srovnání s komponenty s krátkou životností, jako jsou ventilátorové konvektory. Provoz komponentů s dlouhou životností navíc do značné míry nevyžaduje údržbu a spotřeba primární energie je výrazně nižší než u systémů s plně vzduchovým chlazením.



Optimalizované využití obnovitelných zdrojů energie:

Nízkoteplotní vytápění a vysokoteplotní chlazení pomocí TABS je klíčem k integraci obnovitelných zdrojů energie do vysoce výkonných budov. Použití velkoplošných zářičů umožňuje vytápění a chlazení při teplotách velmi blízkých teplotě okolního prostředí. To znamená, že obnovitelnou energii dostupnou ze země, podzemní nebo mořské vody, slunce a vzduchu lze snadno integrovat a využívat.

Velkoplošné zářiče TABS jsou velmi vhodné pro využití bezplatné nebo nízkonákladové energie v souladu s principy nízké exergie. Důvodem je nízký rozdíl mezi teplotou okolí, teplotou průtoku a teplotou v místnosti, který umožňuje rozsáhlé bezplatné chlazení (přibližně 75 % v Evropě) během letního období. Chladič/GSHP pracuje s velmi vysokým COP.



Úplná svoboda využití místnosti – žádná omezení v designu místnosti:

TABS, jako aktivní systém pro chlazení a vytápění, je integrován do konstrukčního betonu. Díky zmenšené velikosti technologie používané ve vodních výměnících tepla nemá TABS žádné prostorové nároky, na rozdíl od vzduchových potrubí potřebných pro systémy využívající pouze vzduch.

Rozdělení budoucích kanceláří a využití prostor tak lze určit nezávisle na zabudovaném systému. Možnost použití pohledového betonu v jejich návrhu je jedním z důvodů, proč architekti a designéři upřednostňují neviditelnou možnost chlazení, kterou nabízí TABS.



Spolehlivost a důvěra v osvědčený systém:

Systém Geocore byl prvním svého druhu v oblasti tepelně aktivních stavebních systémů a od roku 1997 se osvědčil ve více než 1 000 budovách. Je vyroben z odolných a trvanlivých komponentů a byl úspěšně nainstalován po celém světě v klimaticky velmi odlišných oblastech čtyř kontinentů. To zahrnuje tak různorodá podnebí, jako je Moskva v Rusku, střední Evropa, vnitrozemí a pobřeží Evropy, jižní Evropa, Střední východ, jihovýchodní Asie, Jižní Afrika a Severní Amerika.

2.1 Tepelný komfort

Tato kapitola podrobně popisuje, jak systém TABS zvyšuje tepelný komfort. Shrnuje základní principy a definice pojmu tepelný komfort, jakož i parametry potřebné k jeho dosažení, a následně uvádí konkrétní informace o systému.

Podle normy ISO 7730 je tepelná pohoda „stav mysli, který vyjadřuje spokojenost s tepelným prostředím“. Ovlivňující parametry jsou uvedeny ve dvou tabulkách hodnot popisujících činnost člověka:

- MET, odpovídající produkci tepla
- CLO, odpovídající úrovni oblečení a tepelné izolaci

Zohledňují se další tři měřené parametry popisující tepelné prostředí na pracovišti:

- Provozní teplota
- Rychlost vzduchu
- Teplota a vlhkost vzduchu

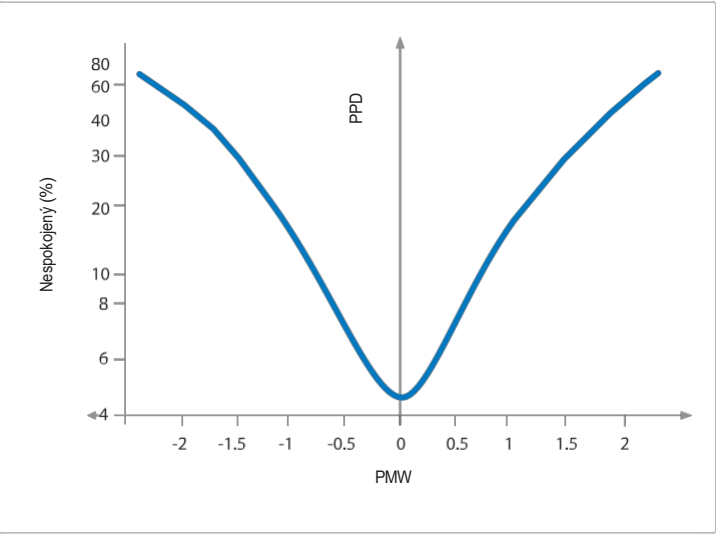
2.1.1 PMV a PPD

EN ISO 7730 je mezinárodní norma, kterou lze použít jako vodítko pro zajištění přijatelného vnitřního tepelného prostředí, které se obvykle měří pomocí predikovaného procenta nespokojených osob (PPD) a predikovaného průměrného hodnocení (PMV). PMV/PPD v zásadě předpovídá procento velké skupiny lidí, kteří pravděpodobně budou pociťovat „přílišné teplo“ nebo „přílišnou zimu“ (EN ISO 7730 nenahrazuje národní normy a požadavky, které je vždy nutné dodržovat). Pro účely návrhu a posouzení jsou vstupní parametry vnitřního prostředí a jejich interakce definovány v normě EN 15251.

PMV je index, který předpovídá průměrnou hodnotu hlasů pro dané tepelné prostředí od velké skupiny lidí. Zahrnuje sedmibodovou stupnici tepelného vnímání od +3 přes 0 až po -3 (horko, teplo, mírně

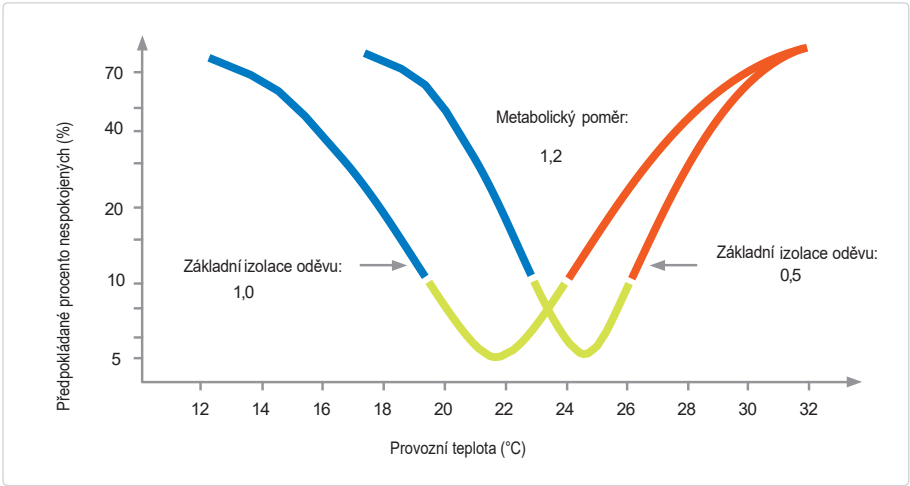
teplé, neutrální, mírně chladné, chladné, studené), na základě tepelné rovnováhy lidského těla. Tepelná rovnováha je dosažena, když je vnitřní produkce tepla v těle rovna ztrátě tepla do okolí.

PPD předpovídá počet osob, které nejsou spokojeny s teplotními podmínkami, v rámci velké skupiny lidí. Zbytek skupiny bude pociťovat teplotní neutralitu, mírné teplo nebo mírný chlad. Níže uvedená tabulka uvádí požadovaný rozsah provozních teplot v létě a v zimě s přihlédnutím k běžnému oblečení a úrovni aktivity, aby bylo možné dosáhnout různých tříd komfortu.



Požadovaný provozní teplotní rozsah

Norma ISO 7730 doporučuje cílovou teplotu 22 °C v zimě a 24,5 °C v létě. Čím větší je odchylka od těchto cílových teplot, tím vyšší je procento nespokojených osob. Důvodem pro různé cílové teploty je to, že v různých ročních obdobích platí různé podmínky pro oblečení, jak je vidět na níže uvedeném diagramu.



Provozní teplota pro letní a zimní oblečení

2.1.2 Provozní teploty v místnosti

Konvekční chlazení a vytápění pomocí klimatizačních systémů umožňuje udržovat teplotu vzduchu v místnosti během doby, kdy je místnost obsazena, téměř konstantní. To však nemusí být nutně pozitivní: obyvatelé, kterým vadí průvan nebo hluk ventilátorů, budou nespokojeni. Nespokojenost může být umocněna skutečností, že okna nelze otevřít.

Jak již bylo zmíněno výše, faktory ovlivňující celkovou tepelnou pohodu jsou CLO, MET, teplota vzduchu, průměrná radiační teplota, rychlost vzduchu a vlhkost v místnosti. Povrchový systém ovlivňuje hlavně teplotu vzduchu.

2.1.3 Charakteristické vnitřní klima

Z konstrukčních a regulačních důvodů pracuje systém TABS s malými teplotními rozdíly. Jeho výkon je omezen relativně malým rozdílem mezi povrchovou teplotou a teplotou v místnosti. V budovách se špatnou izolací proto není možné plně kompenzovat špičkové zatížení s okamžitým účinkem, protože energie je distribuována po delší dobu.

Teplota v místnosti proto pomalu stoupá v důsledku vnitřních zátěží a okolní teploty nebo slunečního záření (vnější zátěž). Teplota však má tendenci zůstat v rozmezí, které je vnímáno jako tepelně příjemné. Systém je zvláště užitečný pro zabránění přehřátí budov během delších

CLO 1,0 zahrnuje normální dlouhé tričko, tenký svetr, normální kalhoty, ponožky a boty. CLO 0,5 zahrnuje tričko s krátkým rukávem, normální kalhoty, ponožky a boty.

a střední radiační teploty a má pouze omezený vliv na proudění vzduchu v interiéru. Teplota vzduchu a radiační teplota jsou často uváděny jako střední hodnota. Tato střední hodnota se nazývá „operativní teplota“ nebo „suchá výsledná teplota“ a platí pro rychlost vzduchu nižší než 0,2 m/s.

Požadavky na příjemné vnitřní klima se proto vztahují k přijatelnému rozsahu provozních teplot, který kombinuje konvekční a radiační výměnu tepla.

Mnoho obyvatel vnímá sálavou výměnu tepla, která je doprovázena relativně chladnými povrchy místnosti, jako velmi příjemnou. Díky nízké rychlosti vzduchu a nízké míře turbulence vzduchu se zabrání průvanu.

Systémy s vzduchovým chlazením, které chladí především konvekcí, jsou však schopny udržovat teplotu vzduchu v místnosti blízko nastavené hodnoty. K dosažení nastavené hodnoty v špičkových hodinách a stejné provozní teploty bez chlazených sálavých povrchů je nutné zvýšit objem chlazeného vzduchu. Vyšší objemy vzduchu zvyšují procento nespokojenosti v souvislosti s vnímaným komfortem.

Operativní teplota se používá jako referenční hodnota pro výpočet tepelné zátěže v místnosti (EN 12831). Výpočty chladicí zátěže (EN 15255, EN 15243) se však stále zakládají na teplotě vzduchu v místnosti. Pro tento účel je vhodné použít také operativní teplotu. To je velmi důležité pro povrchové systémy, protože zohledňuje nejen teplotu vzduchu, ale také teplotu sálání, a tedy i teplotu povrchu. Bez ohledu na to, jaký systém se používá, obecného komfortu se dosahuje při stejné operativní teplotě, i když se příslušné teploty vzduchu a průměrné teploty sálání mohou lišit.

Většina zmíněných norem nedefinuje konkrétní teplotu v místnosti, ale stanoví rozsahy pro vytápění (20–24 °C, zima) a chlazení (23–26 °C, léto) na základě příslušné kategorie (ISO 7730 kat. A až C a EN15251 kat. I až IV). Nové budovy jsou obvykle navrženy tak, aby splňovaly požadavky kategorie II nebo třídy B.

2.1.4 Přizpůsobení podle normy ISO 7730

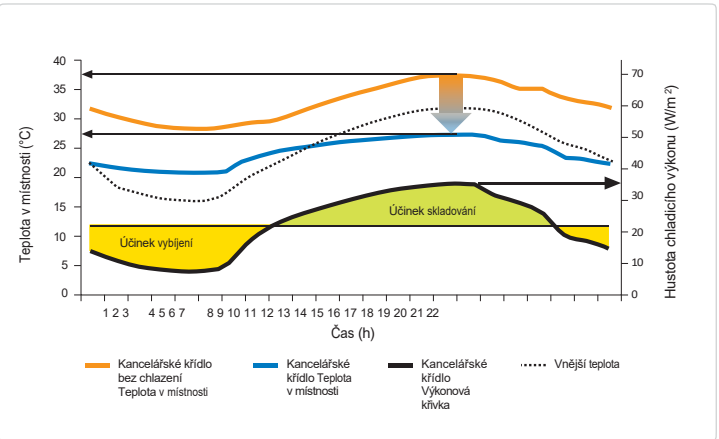
TABS využívá rozsah provozní teploty místnosti. Měření potvrzují, že teplota místnosti ráno (v režimu chlazení) je na spodní hranici, tj. 21 °C až 23 °C, a během dne stoupá na horní hranici, tj. 24 °C až 26 °C. Několik studií s lidmi ukázalo, že teplotní změny menší než 4 K za hodinu jsou přijatelné.

Tepelný komfort lze posoudit pomocí metody PMV-PPD v ustáleném stavu podle normy ISO 7730, pokud jsou teplotní rampy nižší než 2 K za hodinu. To znamená, že

2.1.5 Další parametry komfortu

Faktory jako asymetrie sálavé teploty (vliv rozdílných povrchových teplot), průvan (teplota vzduchu, rychlost vzduchu, turbulence), teplotní stratifikace a teplota podlahy také ovlivňují tepelný komfort.

U stropních systémů platí požadavek, že asymetrie sálavé teploty by měla být při vytápění nižší než 5 K.



Denní teplota a křivka chladicího výkonu. Porovnání s aktivací betonového jádra a bez ní

Třída		Požadavky na komfort		Rozsah teplot	
		PPD [%]	PMV [/]	Zima 1,0 clo 1,2 met [°C]	Léto 0,5 clo 1,2 met [°C]
EN 15251	ISO 7730				
I	A	< 6	- 0,2 < PMV < + 0,2	21-23	23,5-25,5
II	B	< 10	- 0,5 < PMV < + 0,5	20–24	23,0–26,0
III	C	< 15	- 0,7 < PMV < + 0,7	19-25	22,0–27,0

když je provozní teplota v létě v rozmezí 23 °C až 26 °C (oděv ~ 0,5 CLO), lze předpokládat, že subjektivní hodnocení zůstane v přijatelném rozmezí (0,5 na stupnici PMV), pokud je rychlost změny teploty nižší než 2 K za hodinu.

Vyšší teplotní rampy se v budovách s tepelně aktivním systémem nikdy nevyskytují, obvykle dosahují max. 0,5 K/h podle Kolarika 2008.

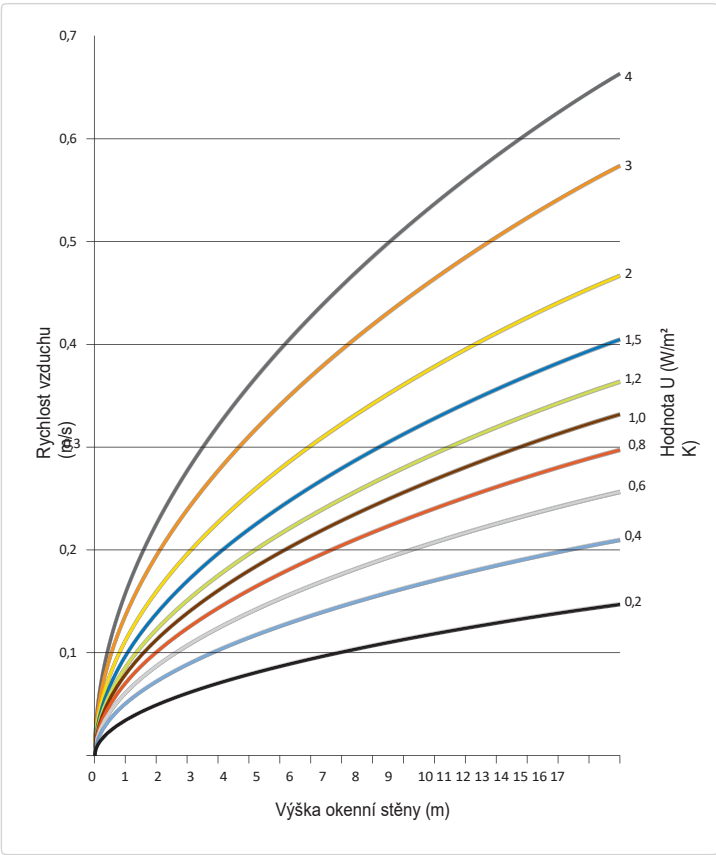
Režim znamená, že při normální výšce místnosti by teplota povrchu stropu měla být nižší než 28–30 °C.

V režimu chlazení není asymetrie sálavé teploty nijak zvlášť významná. Teplota povrchu je omezena požadavkem, že teplota nesmí klesnout pod rosný bod.

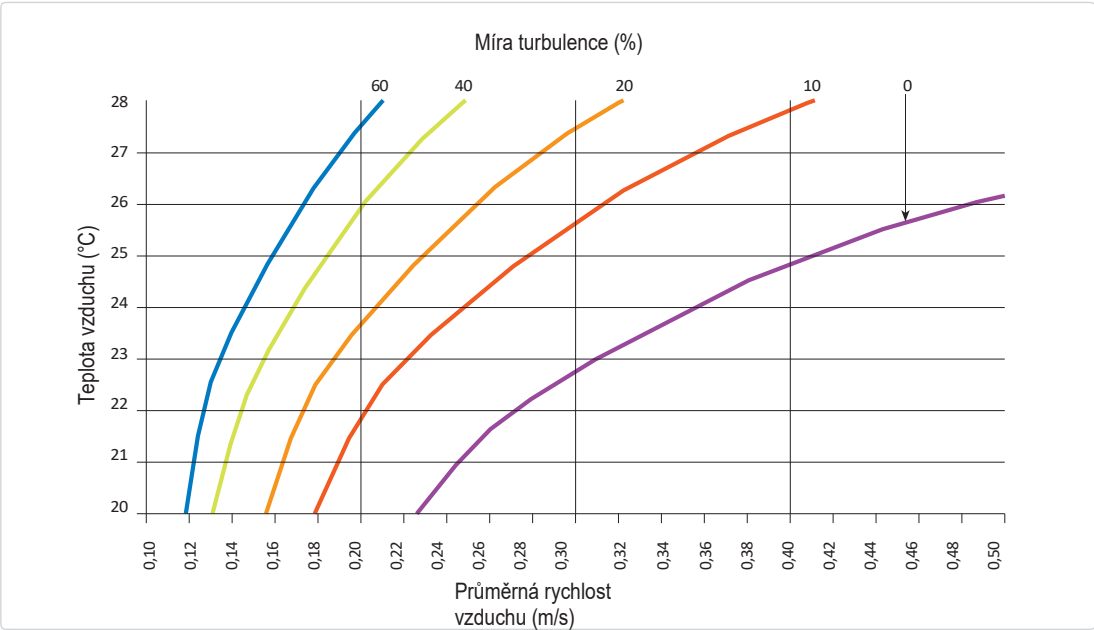
U tepelně aktivních podlah by teplota podlahy měla být v rozmezí 19–29 °C. Teplota v okrajové zóně (do 1 m od vnější stěny) může dosáhnout až 35 °C. Při sedavých činnostech by teplota podlahy neměla klesnout pod 20 °C.

V režimu vytápění je třeba zabránit riziku proudění studeného vzduchu v blízkosti oken. U kanceláří s typickou výškou místnosti toho lze nejlépe dosáhnout instalací oken s nízkou hodnotou U. (< 1,5 W/m²K). V mnoha nových budovách se hodnota U oken obvykle pohybuje kolem 1,0 W/m²K, což zabraňuje negativnímu vlivu studeného proudění vzduchu.

Komfortní limit pro rychlost vzduchu je přibližně 0,18 m/s (průvan = 15 %, teplota vzduchu = 21 °C, turbulence 10–20 %). Požadavky na průvan 15 % jsou uvedeny v následujícím diagramu.



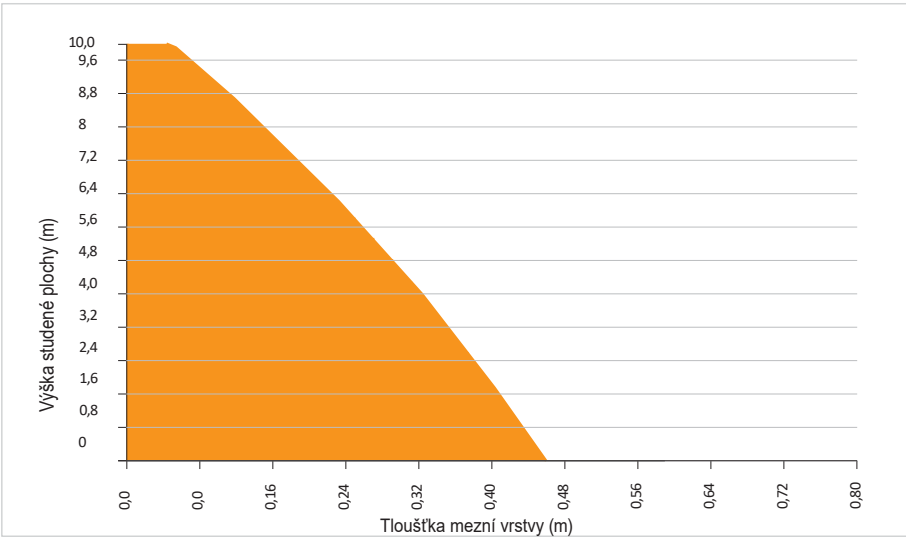
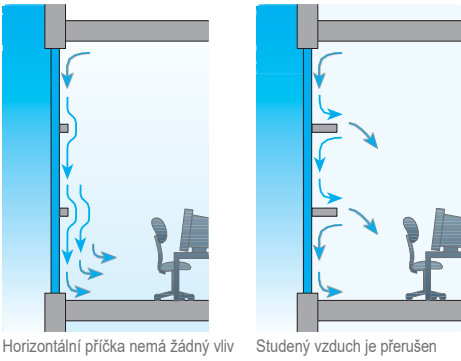
Vztah mezi izolací oken a prouděním studeného vzduchu při venkovní teplotě -12 °C



Přijatelná průměrná rychlost vzduchu jako funkce teploty vzduchu a intenzity turbulence (ne více než 15 % obyvatel nespokojených s průvanem)

V zemích, kde místní stavební předpisy pro okna povolují vyšší hodnoty U než 1,5 W/m²K nebo kde jsou vnější klimatické podmínky náročnější, patří mezi opatření proti proudění studeného vzduchu instalace pomocného podlahového vytápění v okrajové zóně do vzdálenosti 1 m od vnější stěny nebo, u velmi vysokých oken, instalace horizontálních tyčí, které zabraňují proudění studeného vzduchu.

V případě velmi vysokých oken s vysokou hodnotou U nemusí být vytápění v okrajové zóně samo o sobě dostatečné. Zde lze problém s prouděním vzduchu směrem dolů vyřešit instalací oken s lepší tepelnou izolací nebo oken s horizontálními příčkami, jejichž hloubka odpovídá tloušťce mezní vrstvy (viz schéma níže).



Tloušťka mezní vrstvy podél studené plochy, U = 1,5 W/m² K, výška okna = 10 m

Systémy povrchového vytápění a chlazení mohou ovlivňovat teplotu v místnosti, ale nemohou přímo ovlivňovat vlhkost v místnosti. Vysoká vlhkost nejen snižuje komfort („dusný“ vzduch), ale může také omezovat chladicí výkon povrchových systémů, pokud teplota klesne pod rosný bod. Aktivace betonového jádra se proto často instaluje v kombinaci s mechanickými ventilačními systémy, přičemž ty jsou navrženy pro minimální

objem čerstvého vzduchu potřebný ze zdravotních důvodů (1–2 výměny vzduchu za hodinu) namísto obvyklých 4–6 výměn vzduchu za hodinu. V létě je přiváděný vzduch ochlazován na 19–20 °C, v zimě je předehříván na 20–22 °C. Část zátěže je proto pokryta prostřednictvím ventilačního systému pouze pomocí aktivní cívky nebo rekuperace tepla. Vzduch může být odvlhčován pomocí klimatizačního systému.

2.1.6. Hygienické směrnice pro nemocnice

Podle německých, rakouských a švýcarských směrnic se TABS dokonce doporučuje pro použití v nemocnicích. To ukazuje, že z hygienických důvodů je TABS také ideálním řešením pro jiné typy budov s méně citlivými obyvateli.

Zvláště pozoruhodné:
Společná pracovní skupina pro klimatizaci DGKH (Německá asociace pro nemocniční hygienu) doporučuje pro nemocnice použití sálavého vytápění a chlazení v kombinaci s klimatizací.

Ve svých „Pokynech pro nemocniční hygienu při navrhování a provozu klimatizačních systémů v nemocnicích“ společná pracovní skupina pro klimatizaci DGKH, Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V. (Německá společnost pro nemocniční hygienu), SGSH (Švýcarská společnost pro nemocniční hygienu) a ÖGHMP (Rakouská společnost pro hygienu, mikrobiologii a preventivní medicínu) výslovně doporučují instalaci systémů TABS nebo systémů pro ohřev/chlazení povrchů.

Níže jsou uvedeny výňatky z těchto pokynů:

„...„Koncepce klimatizace nemocnic by měly být navrženy pro příslušné požadavky na vytápění, chlazení a větrání, případně s použitím samostatných systémů. V mnoha případech lze konvenční systémy s velkým objemovým průtokem klimatizovaného vzduchu nahradit vyhřívanými nebo chlazenými povrchy, což často vede ke zvýšení komfortu. K tomuto účelu lze použít vodní potrubní registry instalované ve stropích, podlahách a v některých případech i ve stěnách.“...

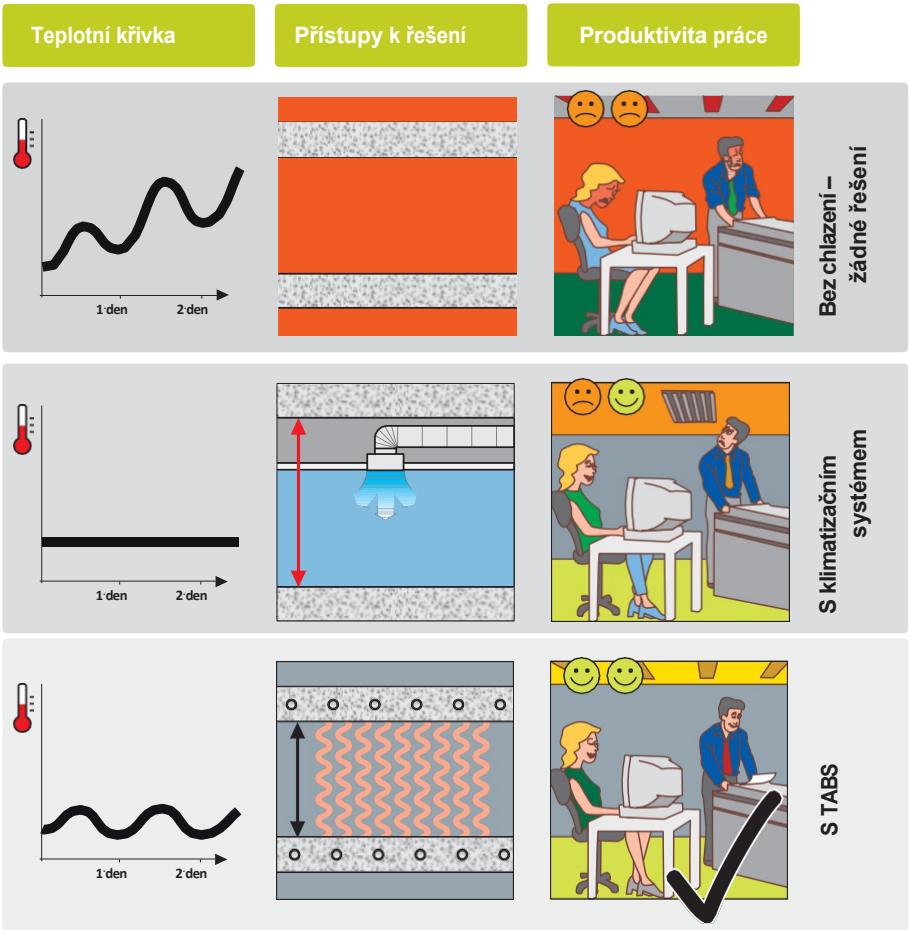
... „V létě mohou být teploty v operačních sálech až 25 °C je bez problémů přijatelné, s výjimkou operačních sálů. Při povrchovém chlazení je přijatelná teplota vzduchu v místnosti až 26 °C, aniž by došlo k narušení komfortní zóny. Pokud objemový průtok čerstvého vzduchu požadovaný podle normy DIN 1946/2 nestačí k vyrovnaní tepelné zátěže, je třeba zvážit chlazení konstrukčních prvků.“...

Doporučení, která jsou definována jako „základ pro nákladově efektivní klimatisační systémy“ a vycházejí z přísných hygienických a komfortních požadavků v nemocnicích, lze přenést na jiné typy budov a použít jako standard pro kancelářské a administrativní budovy.

2.2. Pracovní produktivita

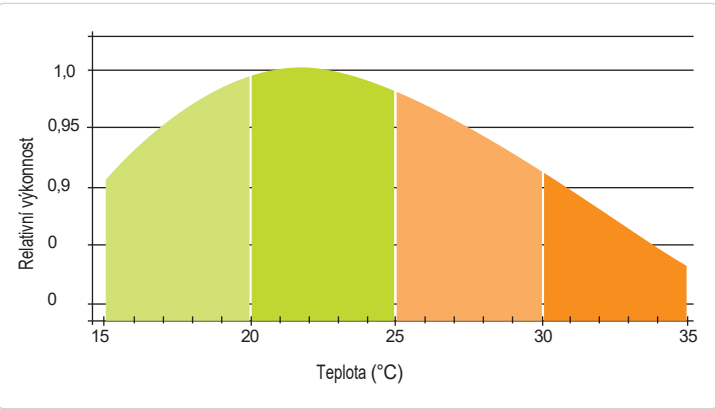
Použití TABS vede ke zlepšení vnitřního klimatu. Vytvoření komfortního prostředí v komerčních budovách je velmi důležitým aspektem při jejich navrhování.

Zaměstnanci, kteří se cítí pohodlně, jsou motivovanější a produktivnější. Pohodlní zákazníci jsou uvolněnější, což přispívá k úspěchu podniku.



TABS vede k příjemnému vnitřnímu klimatu a tím i k vyšší motivaci zaměstnanců

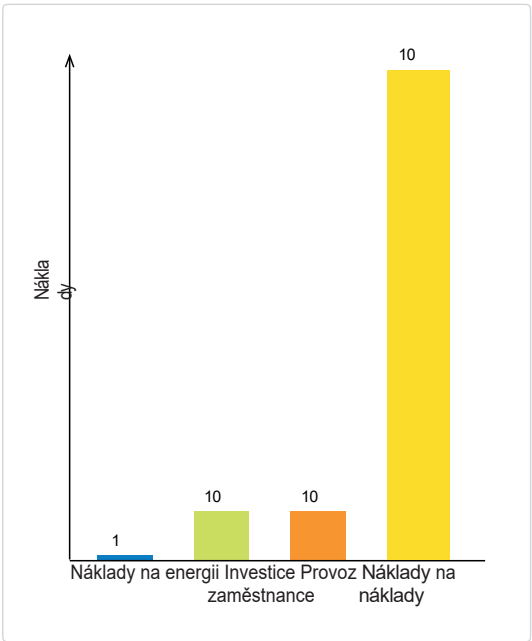
Vnitřní prostředí v kancelářských budovách má přímý vliv jak na nemocenskou, tak na pracovní výkonnost. Přímé a nepřímé náklady na nepříznivé vnitřní klima v kancelářích mohou snadno dosáhnout výše nákladů na vytápění, chlazení a větrání. Djukanovic et al. (2002) prokázali, že roční nárůst produktivity byl nejméně desetkrát vyšší než nárůst ročních nákladů na energii a údržbu při zlepšení vnímané kvality vzduchu v kancelářských budovách. Díky zvýšení produktivity lze dosáhnout návratnosti investice za méně než 4 měsíce.



Relativní výkonnost kancelářské práce v závislosti na teplotě (zdroj: Rehva guide book no 6., Seppänen et. al 2006)

Přilehlý graf znázorňuje vztah mezi energií, investicemi, provozními náklady a náklady na personál u kancelářských budov během jejich životního cyklu.

Nízká kvalita a zhoršení tepelné pohody v důsledku nevhodných klimatizačních systémů znamenají, že úspory investičních nákladů budou rychle převáženy absencemi z důvodu nemoci a nízkou produktivitou zaměstnanců.



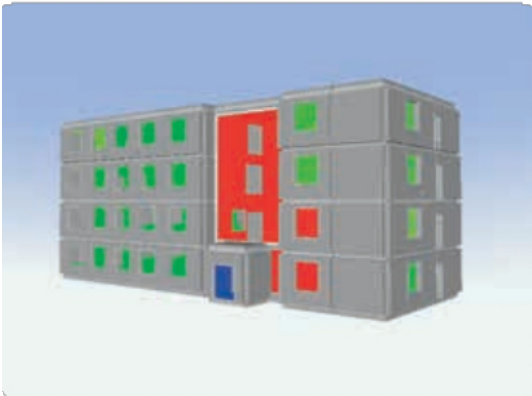
Zdroj: Djukanovic et. al 2002

2.3. Náklady na životní cyklus systému TABS ve srovnání s jinými systémy HVAC ()

Následující případová studie porovnává analýzu nákladů životního cyklu (LCC) kancelářské budovy o rozloze 1 000 m² využívající systém TABS s tradiční konvekční klimatizací, fan coil jednotkami, vytěšňovací ventilací nebo ventilací s proměnným objemem vzduchu a chlazenými trámy. Tato nezávislá studie je založena na výpočtech provedených mezinárodními konzultanty.

Energetická náročnost budovy byla simulována pomocí nástroje pro simulaci energetické náročnosti budov (IDA ICE 4) a hodnocení LCC bylo provedeno pomocí metodiky nařízení EU č. 244/2012 pro výpočet nákladově optimálních úrovní minimálních požadavků na energetickou náročnost budov a prvků budov z hlediska celkových nákladů po celou dobu životnosti (globální náklady včetně počáteční investice, energie, provozu, likvidace a odečtení zbytkové hodnoty) pro 15letý výpočet.

Modelování energetické simulace budovy (BES) využívalo charakteristiky obvodového pláště budovy a profily vnitřního/vnějšího klimatického zatížení typické pro vybrané lokality.



Místní a centrální zařízení (prvky systému HVAC) byla dimenzována na základě chladicích/topných zátěží a ventilačních rychlostí z modelování BES, přičemž byla použita stejná metoda jako při dokončování návrhu mechanického schématu.

Kompletní návrh schématu HVAC, včetně všech nezbytných komponent, tvořil základ pro výpočet množství pro každou metodu mechanických služeb. Náklady byly získány z různých zdrojů, včetně výrobců, stavebních ekonomů a vlastních odborných znalostí konzultantů.

Porovnání systémů HVAC

Studie byla provedena v pěti zemích (Velká Británie, Německo, Francie, Španělsko a Rusko) a v každé z nich ve dvou hlavních lokalitách. Systémy HVAC použité v tomto

Srovnávací studie byla vybrána na základě toho, co je v daných zemích běžně specifikováno. Níže uvedená tabulka ukazuje příklad z Velké Británie s pěti schématy HVAC:

	Tepelně aktivní stavební systém (TABS)	TABS s tepelným čerpadlem (GSHP)	Fan coil jednotky (FCU)	Výměnná ventilace (DV)	Chladicí trám (CB)
Zdroj tepla	Kotel	GSHP	Kotel	Kotel	Kotel
Chladič	Chladič	GSHP + volné chlazení	Chladič	Chladič	Chladič
Bezplatné pokojové jednotky	Konvektory ve vybraných pokojích	Konvektory ve vybraných pokojích	–	–	–
Větrání	Mechanické minimální přívody čerstvého vzduchu	Mechanické minimální množství čerstvého vzduchu	Mechanické minimální množství čerstvého vzduchu	Mechanické	Mechanické
Popis	TABS pro chlazení a základní vytápění doplněné mechanickým minimálním větráním čerstvým vzduchem s topnou spirálou a rekuperací tepla. Plynový kondenzační kotel a centrální chladič jako zdroj/odvod tepla. Doplnkové konvektorové radiátory pouze v šesti místnostech (rohové místnosti nebo nejvyšší patro), které nebylo možné plně pokrýt kapacitou TABS.	TABS s tepelným čerpadlem (GSHP): Stejně jako varianta 1, ale kotel/chladič je nahrazen tepelným čerpadlem (GSHP) s vrtnými otvory, které do určité míry fungují v letním období v režimu volného chlazení.	AC fan coil pro chlazení a vytápění doplněný mechanickým minimálním větráním čerstvým vzduchem s topným výměníkem a rekuperací tepla. Plynový kondenzační kotel a centrální chladič jako zdroj/odvod tepla.	Objemová ventilace s centrální klimatizační jednotkou pro vytápění, chlazení a větrání s využitím rekuperace tepla. Centrální vodní chladič a plynový kotel. Ohřívá vzduchu je umístěn lokálně v jednotlivých zónách.	Aktivní chladicí trámy zajišťují chlazení a vytápění, mechanické větrání s topným výměníkem a rekuperací tepla. Centrální vodní chladič a plynový kondenzační kotel.

Mechanický systém minimální ventilace čerstvým vzduchem byl zaveden za účelem vytvoření stejných podmínek kvality vnitřního vzduchu (IAQ) pro všechny srovnávané případy. Toalety jsou ve všech případech vybaveny pouze odsávacím ventilátorem (bez přívodu vzduchu).

Pro případy ventilátorových konvektorů, trámů a vytěšňovací ventilace se používají standardní výchozí řídicí algoritmy. Celkové srovnání nákladů je založeno na výše uvedených kompletních schématech HVAC.

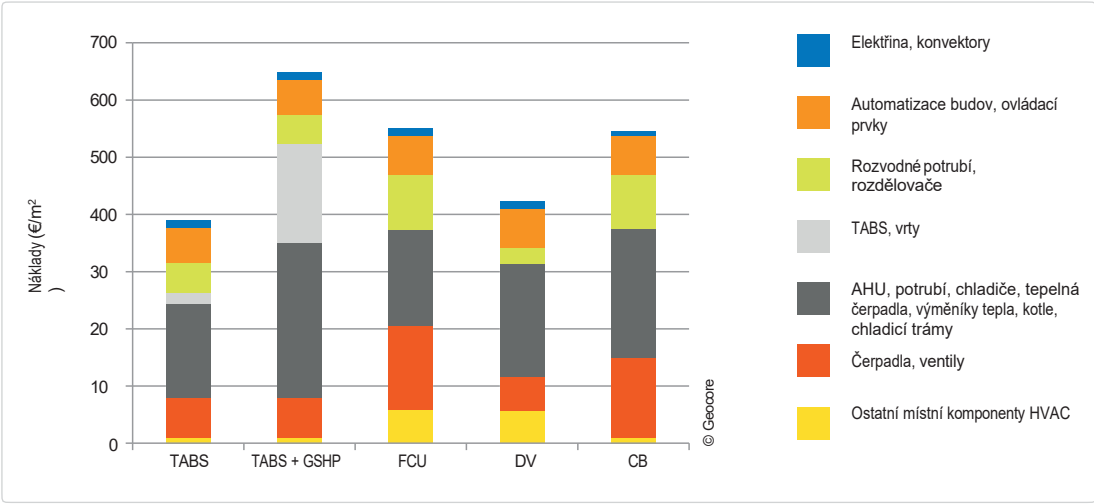
Náklady na prvky

Místní a centrální zařízení (systémové prvky) jsou seskupeny na základě předpokládané životnosti každého prvku (EN 15459). Prvky v každé kategorii mají stejnou předpokládanou životnost:

Č.	Kategorie životnosti	Životnost zařízení
1	Elektřina, elektroinstalace, konvektorové radiátory	30
2	Automatizace budov, ovládací prvky	12 let
3	Distribuční potrubí, rozdělovače	40 let
4	TABS, vrtý	50
5	Centrální zařízení; AHU, potrubí, chladiče, tepelná čerpadla, výměníky tepla, kotle, chladicí trámy, potrubí, tlumiče, štěrbinové difuzory, tlakovací jednotky	20 let
6	Čerpadla, ventily	10
7	Ostatní místní komponenty HVAC; FCU, VAV boxy, trimovací baterie, ventilátory WC, ventily potrubí	12 let

Náklady na materiál a instalaci

Počáteční investiční náklady na mechanické systémy (materiál a instalace) se počítají jako součet kategorií životnosti zařízení. Níže uvedený diagram ukazuje příklad pro Londýn ve Velké Británii:



Vzhledem k rozdíům v místních nákladech, normách pro izolaci budov a klimatických podmínkách jsou systémy HVAC dimenzovány na různé špičkové zatížení vytápěním a chlazením. To má za následek rozdíly v investicích do materiálů v jednotlivých zemích. První systém, využívající TABS a tradiční zdroj tepla (kotel a chladič), vyžaduje nejnižší investiční náklady. Následují systémy HVAC využívající vzduch. Nejvyšší investice souvisí s vrtným polem a strojovnou tepelného čerpadla, jak je uvedeno v systému TABS + GSHP.

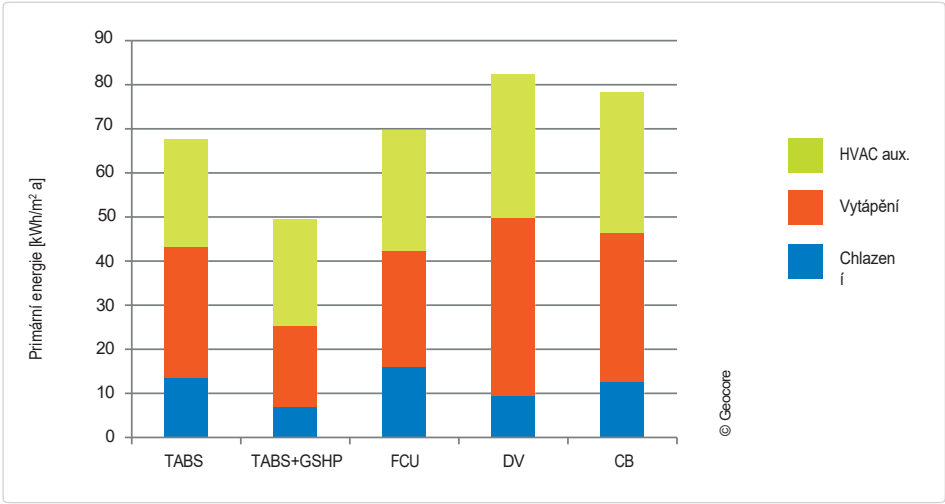
Náklady na údržbu se odhadují na 5,5 % nákladů na mechanické investice, s výjimkou vrtů, které jsou po celou dobu své životnosti bezúdržbové. Roční náklady pokrývají veškerou údržbu, kontroly a čištění, jakož i drobné výměny (např. filtrů).

Ceny energií a paliv pro dodávky elektřiny a zemního plynu jsou k dispozici u příslušných místních orgánů, přičemž se zohledňují náklady na kWh, náklady na instalaci nového připojení a roční stálý poplatek.

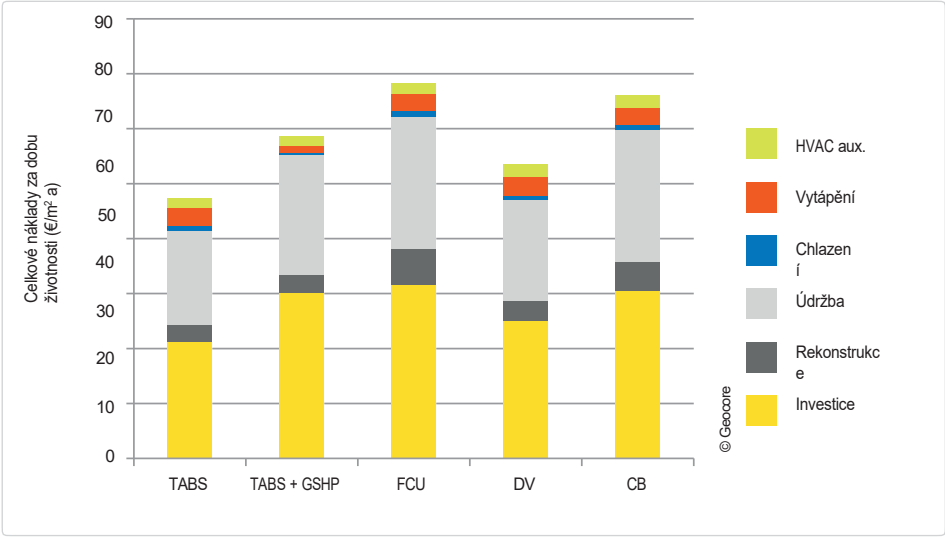
Spotřeba primární energie

Roční spotřeba primární energie na m² udává celkovou spotřebu budovy. Primární energie označuje nosiče energie na začátku řetězce přeměny energie (přírodní zdroje) před jakoukoli přeměnou nebo transformací způsobenou člověkem. Používají se místní faktory primární energie pro elektřinu a zemní plyn. Níže uvedený graf ukazuje

příklad pro Londýn ve Velké Británii. Jasně ukazuje, že použití vrtů pro volné chlazení (obcházení GSHP) během 70–80 % chladicího období umožňuje významné úspory energie. GSHP nebo chladič, pokud jsou použity, pracují s velmi vysokou účinností COP ve spojení s TABS, protože teplota průtoku je velmi blízká pokojové teplotě (maximální rozdíl 5–8 K).

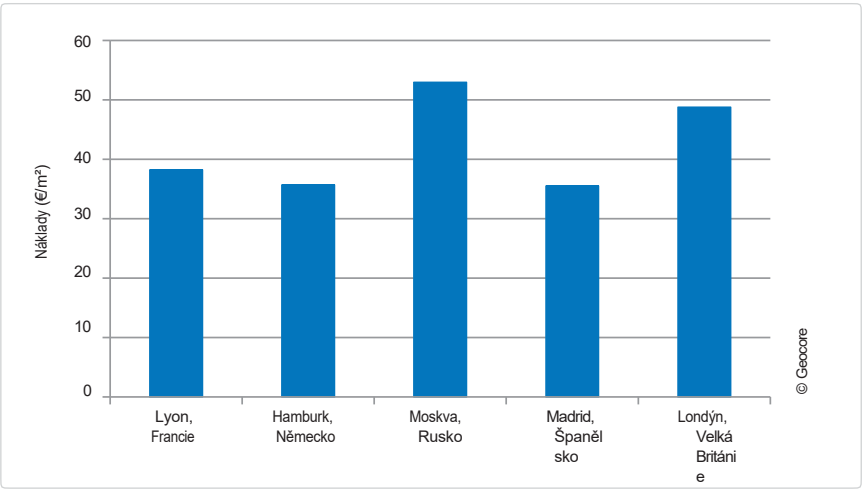


Celkové náklady na m² a rok, výpočet pro 15leté období, průměrný nárůst cen plynu a elektřiny o 3 %. Uvedený příklad se týká Londýna ve Velké Británii:



Když mají TABS a vrtné výměníky tepla 50 let životnosti (stejnou životnost jako budova), představuje to podstatnou výhodu oproti komponentům s krátkou životností. Tyto komponenty mají ve srovnání s komponenty s dlouhou životností nejvyšší celkové náklady za celou dobu životnosti.

Níže uvedený příklad ukazuje různé úrovně investic pro pět zemí, ve kterých byl poprvé zaveden systém využívající TABS. Rozdíly jsou výsledkem rozdílných místních nákladů a nákladů na pracovní sílu:



Závěry

Ve všech lokalitách a zemích výsledek dokazuje, že výběr systému Geocore BATISO pro systém HVAC výrazně sníží jeho celkové náklady v porovnání s alternativními systémy HVAC. Hodnocení zjistilo, že systém TABS přináší úspory nákladů v rozmezí 12 až 40 %. Klíčové je, že systém TABS se skládá z komponentů s dlouhou životností, která odpovídá životnosti budovy. To přináší výhodu vysoké zbytkové hodnoty pro jakýkoli výpočet LCC, což je zase velmi výhodné pro celkové ocenění nemovitosti, protože se stává velmi atraktivní pro investory. Kromě toho lze s TABS dosáhnout odpovídajícího tepelného komfortu s nižší spotřebou energie a nižším špičkovým zatížením (pro nepřetržitý provoz je možné zmenšit velikost chladiče o 60 %) ve srovnání s technologiemi využívajícími vzduch. FCU, DV a CB jsou také

schopné dosáhnout stejné teploty (komfortu) jako Geocore BATISO, musely by však být odpovídajícím způsobem zvětšeny, což by zvýšilo investiční náklady, náklady na údržbu a spotřebu energie.

Srovnání nákladů na životní cyklus systému Geocore BATISO s jinými systémy HVAC je k dispozici pro Velkou Británii, Francii, Německo, Rusko a Španělsko. Tato zpráva vychází z interní studie společnosti Geocore „Srovnání celkových nákladů systému TABS s jinými systémy HVAC“, která byla provedena ve spolupráci s nezávislými konzultanty Equa Simulation Finland Oy a Mott MacDonald Limited, Velká Británie.

Další informace o této studii získáte u společnosti Geocore.

2.4. Ideální pro inteligentní a udržitelnou architekturu typu „I“

TABS, jako aktivní systém skladování integrovaný do struktury budovy, se stal v relativně krátké době, konkrétně od konce 90. let, důležitou součástí moderní architektury. Architektura budoucnosti si klade za cíl stavět inteligentní, udržitelné budovy s ohledem na ekologické aspekty. Budoucí zákonné předpisy, které jdou nad rámec cíle EU v oblasti úspor energie do roku 2020, mají za cíl dále snížit energetickou náročnost budov na vytápění a chlazení a povedou k novým technickým konceptům pro vybavení budov.

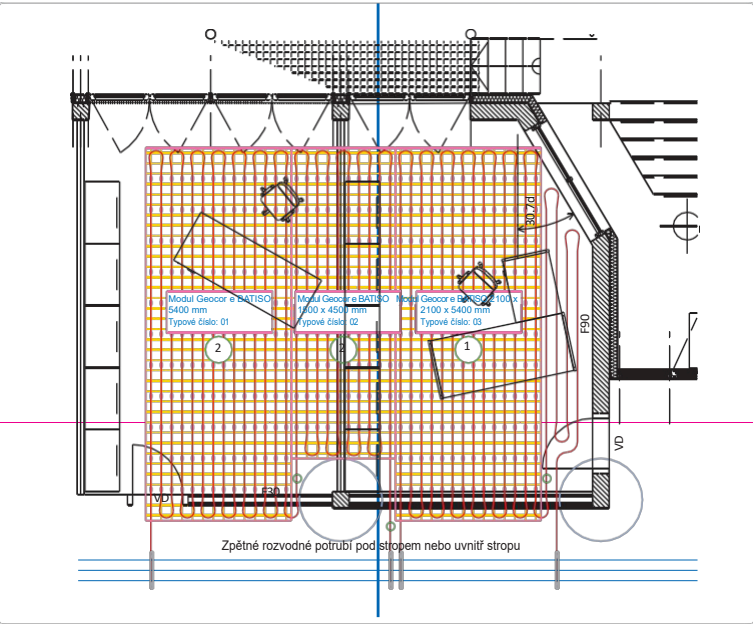
Tyto koncepce však nebudou nutně založeny na drahých high-tech komponentech, ale mohou vycházet z „nové jednoduchosti“, která odkazuje na dřívější zásadní inovace i vědecký a technický vývoj. V tomto kontextu představuje vývoj stropů používaných pro sálavé vytápění a chlazení od 30. let 20. století až po dnešní aktivní akumulační systémy logický pokrok. Dosud bylo systémem Geocore BATISO vybaveno více než 1 000 budov v Evropě, Asii, Africe a Americe.

2.5. Flexibilita a využití prostoru Flexibilní

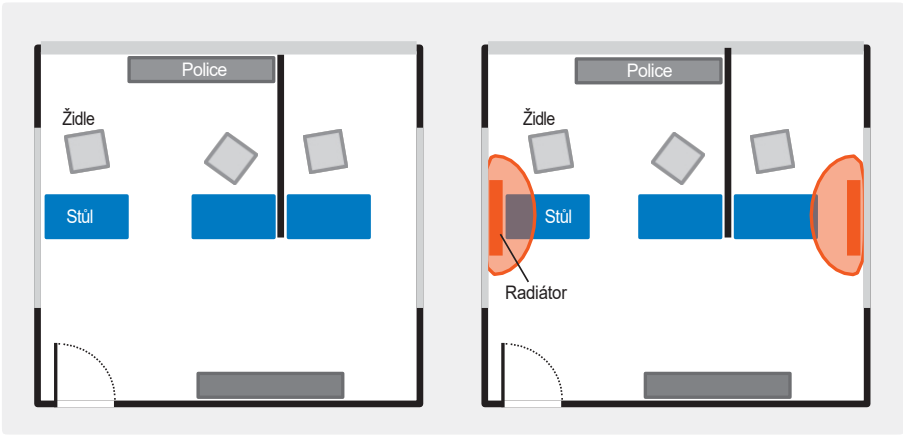
využití prostoru – snadná instalace

Technické vybavení budoucích kancelářských budov by mělo umožňovat flexibilní využití prostoru a variabilní rozdělení. Systémy TABS tyto požadavky splňují. Na rozdíl od jiných technologií nejsou při instalaci nových příček nutné žádné nákladné stavební úpravy pro změnu vzduchových potrubí nebo chladicích zařízení. Rozvodné potrubí lze zcela integrovat do systému TABS.

konstrukci, zatímco radiátory představují překážku pro vybavení místnosti, zejména pokud jsou umístěny v blízkosti oken. Snižují efektivní plochu využití prostoru a navíc kvůli své pevné poloze neumožňují volné rozdělení místnosti a snadné změny.



Typický půdorys s možností volného rozdělení bez překážek (radiátory). Přestavba příček je možná.

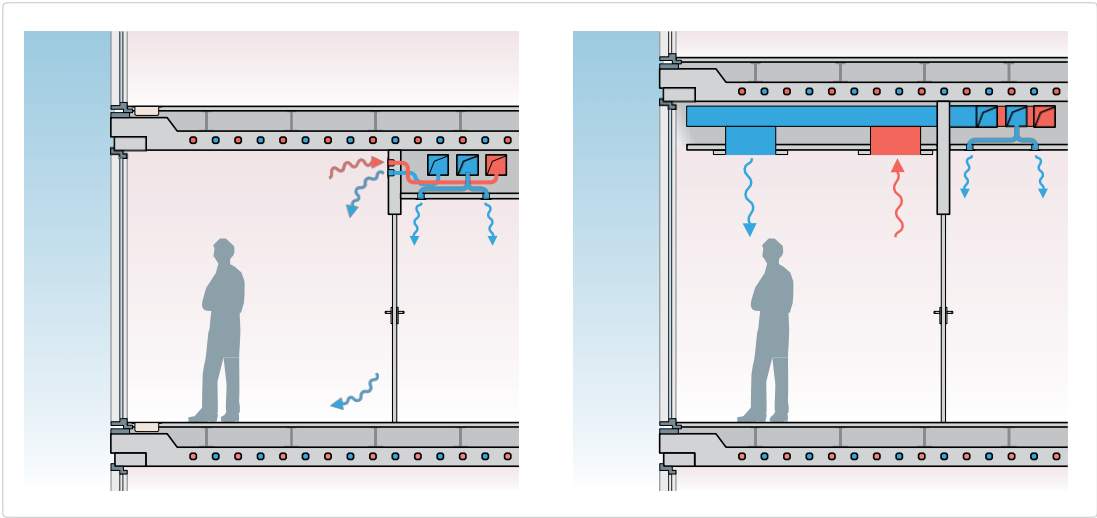


Porovnání vybavení místnosti s radiátory pod okny a bez nich. Červené značky ukazují umístění radiátorů a výsledný nevyužitý, nepružný prostor.

Úspora výšky budovy

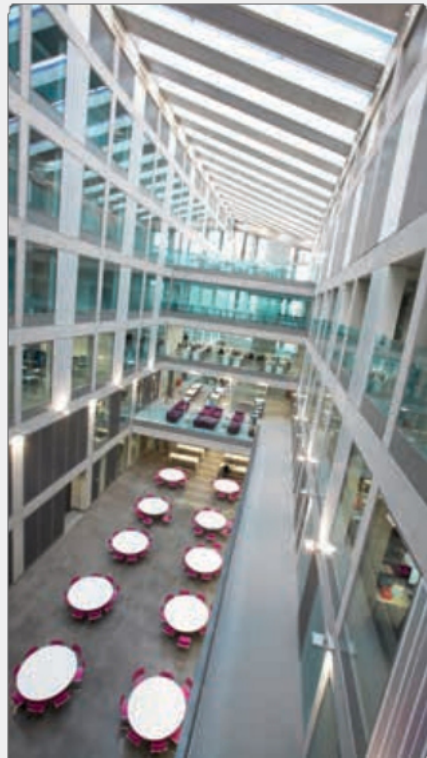
Je třeba poznamenat, že systémy s plně vzduchovým provozem vyžadují téměř dvojnásobný prostor pro šachty a potrubí ve srovnání s alternativními systémy. To znamená, že dochází ke ztrátě cenného kancelářského prostoru. TABS nabízí úsporu místa díky vodním systémům integrovaným do konstrukčních prvků, s obrovským **potenciálem úspory výšky budovy** díky nízkým stropům a absenci podhledů. Na druhou stranu je možné dosáhnout výšky podlahy až ke stropu 3,5 m bez zvýšení stavebních investic. To je výhodné ve srovnání s budovami s klimatizací, které mají tradičně výšku stropu 3,0 m.

Systém TABS kompenzuje citelnou tepelnou zátěž, takže jakýkoli klimatizační systém (mechanický přívod čerstvého vzduchu), který může být vyžadován, může být navržen výhradně za účelem udržení kvality vnitřního vzduchu. Menší rozměry vedou k nižším prostorovým požadavkům na instalaci vzduchotechnického systému. Nižší výška stropu vede k významnému snížení stavebních nákladů.



Srovnání výšky místnosti bez instalace podhledu pro tradiční vzduchové potrubí (TABS, vlevo) a s podhledem pro vzduchové potrubí (VAV, vpravo). Výška stropu místnosti je stejná.

Vybrané příklady interiérů:



Obchodní škola Manchester Metropolitan University, Velká Británie



Manchester Metropolitan University Business School, Velká Británie



Budova ATMI Loyola, Indonésie



SOTE Semmelweis Medical University, Maďarsko



Bayer MaterialScience, Čína



Bayer MaterialScience, Čína



Geocore Academy, Španělsko

2.6 Shrnutí výhod systému TABS ()

- Vysoký tepelný komfort pro obyvatele, který vede ke zvýšení produktivity práce
- Systém je vhodný pro citlivé nemocniční pokoje
- Optimalizované využití obnovitelných zdrojů energie
- Nízké investiční a provozní náklady (celkové náklady po celou dobu životnosti) ve srovnání se všemi ostatními systémy
- Součástí systému jsou z velké části bezúdržbové
- Spolehlivost – důvěra v osvědčený systém
- Plně vhodný pro budoucí moderní budovy
- Úplná volnost využití prostoru (žádná omezení v designu místnosti)
- Úspora výšky budovy, protože odpadá podhled pro vzduchové potrubí

Další výhody zahrnují:

- Systém TABS umožňuje dosáhnout v létě tepelně příjemné teploty v místnostech budov s malými až střední chladicí zátěží typické pro moderní budovy. Systém lze také použít k pokrytí základního nebo plného zatížení vytápění v moderních optimalizovaných budovách. Tím se snižují náklady na pomocná topná zařízení. V určitých případech (hlavně u budoucích budov) je možné vynechat všechny doplňkové systémy pro vytápění a chlazení.

- Zabránění fyzickým úrazům starších osob a dětí.
Potrubí pro systém TABS je často hluboko zabudováno do konstrukce budovy, zatímco radiátorové konvektory působí jako překážky.
- Zabránění bolestivému dotyku holých rukou/nohou starších osob nebo dětí s povrchy o vysoké teplotě. nad limitem 40–45 °C. S TABS, na rozdíl od radiátorů, to není problém.
- Energie přenášená vodou je mnohem účinnější než energie přenášená vzduchem. Vzduchové systémy provádějí chlazení hlavně konvekci. Bez chlazených vyzařovacích ploch vyžaduje stejná provozní teplota více chladicí energie kvůli konvekci spojené s vysokými objemy vzduchu. To zvyšuje riziko průvanu a nepohodlí. Nové systémy by proto měly být navrženy s oddělenými komponenty pro vytápění a chlazení nebo větrání podle principu úspory energie: voda pro vytápění a chlazení, vzduch pouze pro větrání (výhradně pro přívod čerstvého vzduchu ze zdravotních důvodů) a odvlhčování (v případě potřeby).
- Díky akumulaci tepelné energie se špičkové zatížení vyrovnává po delší dobu a špičkové zatížení na chladicích lze snížit o více než 50 % nepřetržitým provozem a o více než 20 % kratším nočním provozem nebo pulzní modulací.

Základy konstrukce TABS

3.1 ké zdroje chlazení a vytápění

Obecné okrajové podmínky a základní principy

Při výběru konvenčních chladicích a topných zařízení je důležité vzít v úvahu, že teplota TABS se bude blížit pokojové teplotě. S ohledem na regulační charakteristiky a předpokládaný výkon se teploty přívodu obvykle pohybují v následujícím rozmezí:

- Režim chlazení: 16 °C < t_{v,c} < 22 °C
- Režim vytápění: 24 °C < t_{v,H} < 28 °C

Z hlediska teplot vody lze systém TABS proto považovat za vysokoteplotní chladicí systém nebo velmi nízkoteplotní topný systém. Ve spojení s vhodnými koncepcemi chlazení a výroby tepla lze proto dosáhnout vysoké exergetické účinnosti.

S ohledem na tuto úroveň teploty znamenají nízké faktory exergie nízké provozní náklady jak v režimu chlazení, tak v režimu vytápění.

Z tohoto důvodu se pro vytápění doporučují tepelná čerpadla solanka/voda nebo voda/voda, pro chlazení s vysokou teplotou chladiče a pro chlazení a vytápění reverzibilní tepelná čerpadla. V režimu současného vytápění a chlazení lze využít jak „studenou“, tak „teplou“ stranu tepelného čerpadla ve spojení s „vyrovnávacím zásobníkem“, který se obecně doporučuje v každém případě. Řízení zátěže

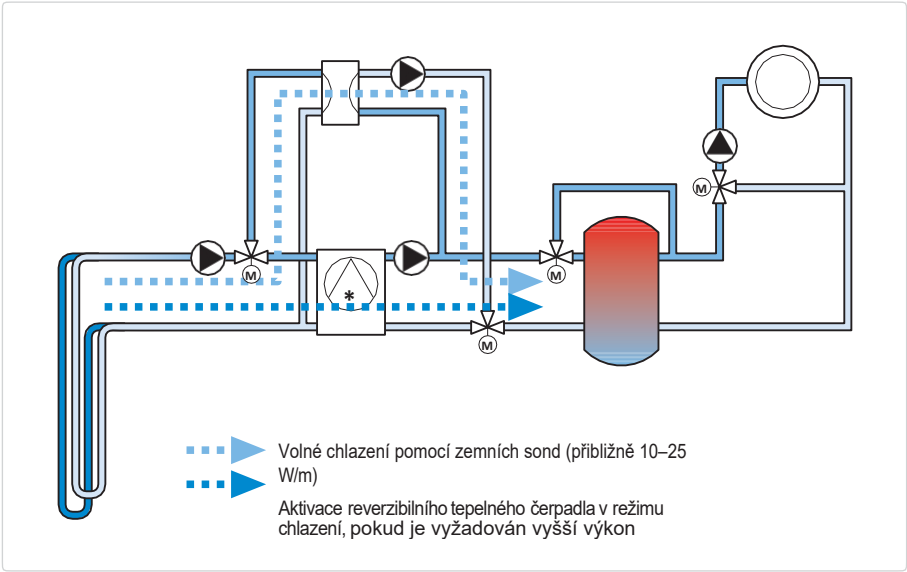
vyžaduje zvláštní pozornost. Teploty v systému představují ideální příležitost pro využití obnovitelných zdrojů energie. Obnovitelné zdroje energie nejsou dotovány pouze prostřednictvím německého zákona o přednosti obnovitelných zdrojů energie („Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien“) (EEG ze dne 1. dubna 2000) a nařízení o úsporách energie v budovách („Energie-Einsparverordnung“) (EnEV 2002 ze dne 1. února 2002), ale již nyní zaujímají významné místo v celé řadě vítězných projektů v architektonických soutěžích.

K doplnění systému TABS lze použít následující konfigurace systémů:

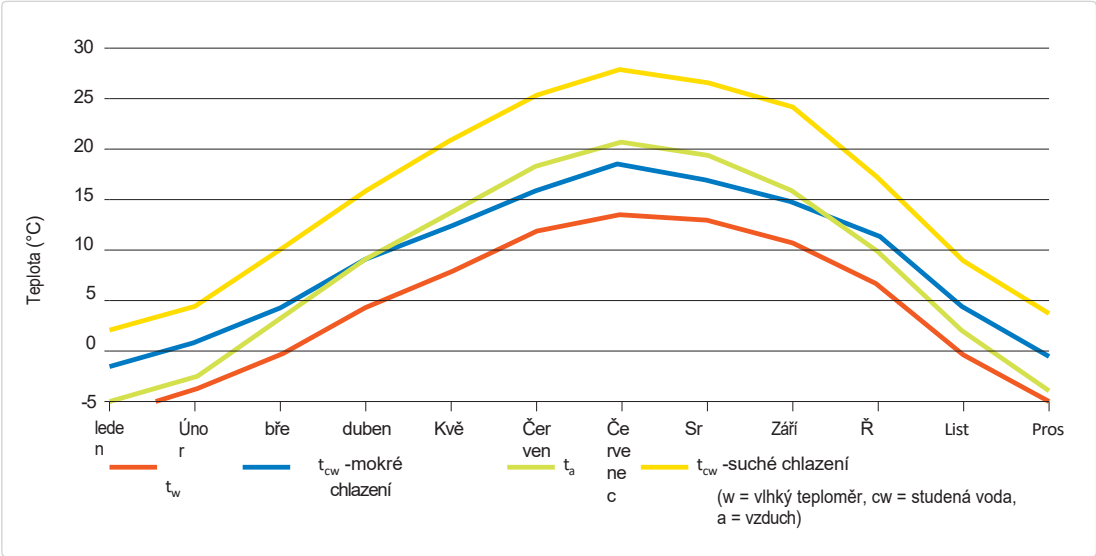
- Geotermální/podzemní voda: volné chlazení a kombinace s tepelnými čerpadly
- Vzduchové chlazení () Okolní vzduch: kombinace s recirkulačními chladiči
- Solární termální energie: absorpční chladicí stroje s přídavnými solárními kolektory

Pokud jde o konvenční zdroje chlazení, teploty studené vody 16 °C jsou dostatečné a nákladově efektivní pro kompenzaci citlivého tepla. Chladiče (dodávající studenou vodu o teplotě 6 °C) se doporučují pouze v případě, že je vyžadováno dodatečné odvlhčování. V závislosti na velikosti systému může být vhodné použít samostatné chladiče pro odvlhčování (přibližně 6 °C) a chlazení (> 16 °C). Alternativou je odvlhčování založené na sorpci, které se již několik let úspěšně používá.

3.2 Možnosti pro systémy vytápění a chlazení s em TABS



Volné chlazení a kombinace s reverzibilním tepelným čerpadlem



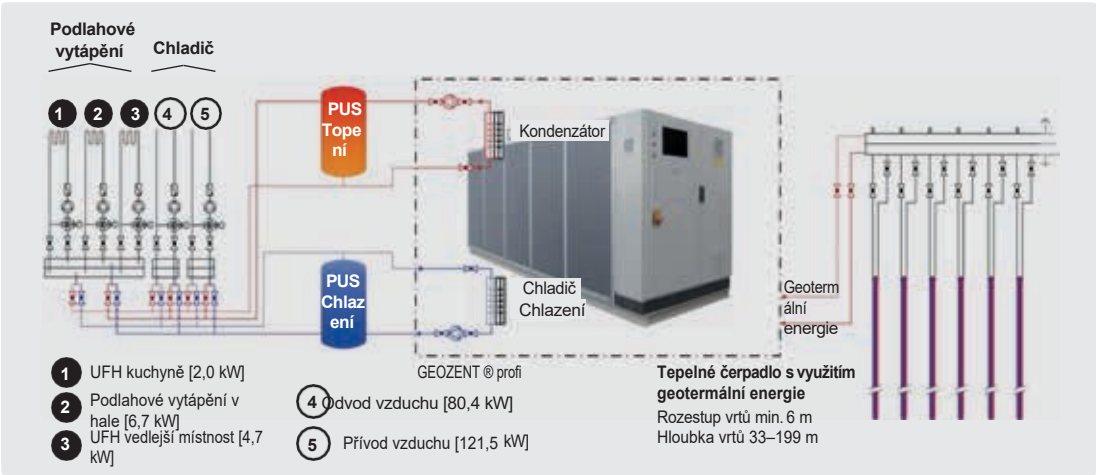
Teploty studené vody dosažitelné s mokrymi a suchými chladicími věžemi v průběhu roku podle Fackel-mayer

Je třeba vzít v úvahu sezónní teploty studené vody dostupné z mokrého nebo suchého chladiče.

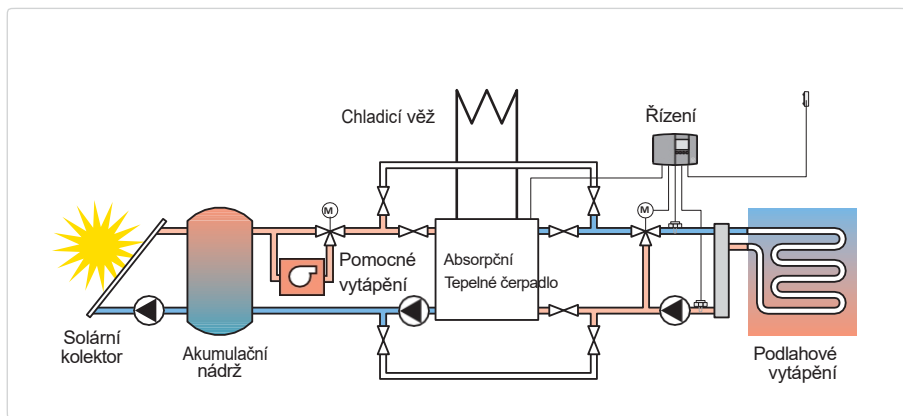


Chladič / jednotka s tlakovým čerpadlemwww.dretec.de

Využití rekuperačních jednotek pro výrobu studené vody



Funkční schéma dodávky geotermální energie s Geozent® profi



Výroba studené vody s podporou solární termální energie

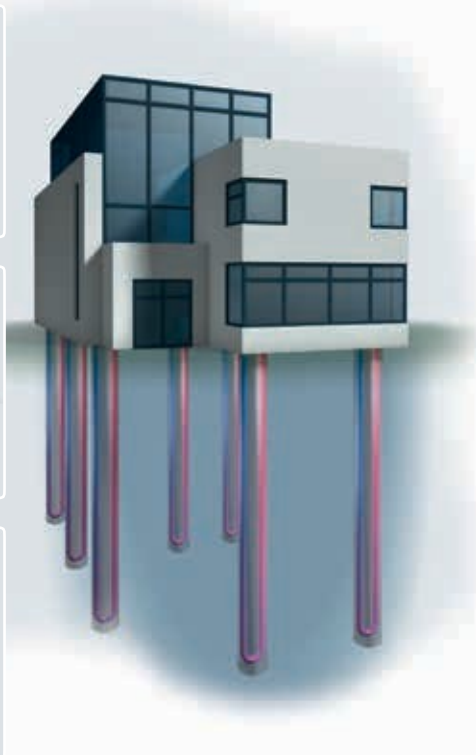
3.3 Poznámky k návrhu komponentů pro tepelné využití energie z podzemní

Koncepce systému

Tepelné využití energie země ve spojení s TABS představuje ideální řešení. Na jedné straně může přispět k ochraně životního prostředí, na

na druhé straně se díky využití obnovitelné energie snižují provozní náklady. Rozlišuje se mezi horizontálními a vertikálními kolektory v zemi.

Od hloubky přibližně 10 metrů jsou teploty půdy v průběhu ročních období relativně konstantní, což vede ke stabilnějším provozním podmínkám pro vertikálně orientované komponenty. Energetické piloty jsou preferovanou volbou v případech, kdy jsou pro budovu vyžadovány pilotové základy. V ostatních případech jsou nákladově efektivnější zemní sondy. Špaletové stěny jsou použitelné pouze ve zvláštních případech a mohou nabídnout pouze omezenou hloubku. Jejich tepelný výkon je podobný jako u horizontálně orientovaných komponentů popsaných níže. Horizontální komponenty stojí za zvážení v případech, kdy jsou vyžadovány rozsáhlé zemní výkopové práce, aby bylo možné pokládat potrubí nebo potrubní registry. v půdě nebo v izolační vrstvě relativně nákladově efektivním způsobem.

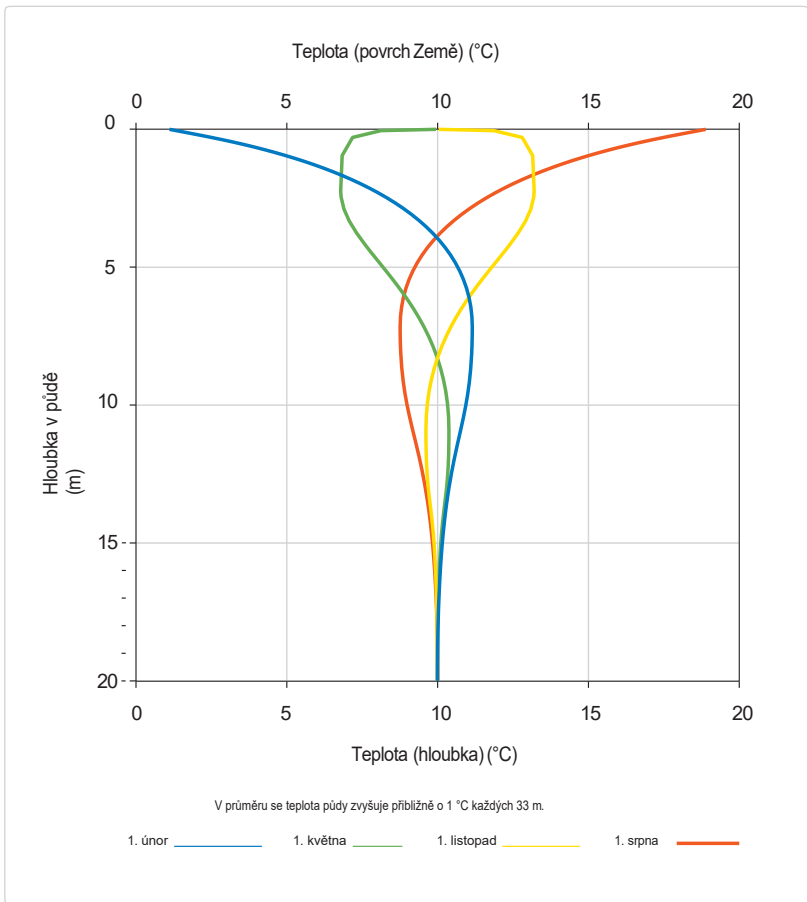


Na rozdíl od vertikálních komponentů je dlouhodobý výkon zemních kolektorů ovlivněn teplotními výkyvy. Výkon podlahových chladicích systémů je ovlivněn možným tepelným spojením se suterénem, takže v obou případech je třeba věnovat větší pozornost. Z těchto důvodů se zemní kolektory obvykle používají pro „teplo

režim ohřevu čerpadlem a systémy chlazení podlahových desek pro volné chlazení nebo režim chlazení tepelným čerpadlem (chladicí zařízení). Výkonový potenciál zemního kolektoru umístěného v blízkosti budovy by byl nedostatečný pro chlazení prostor v létě, zatímco použití podlahy Systém chlazení desek jako tepelný

absorbér v zimě představuje riziko zamrznutí základů.

Kromě těchto výměníků tepla lze použít krátkodobé nebo dlouhodobé podzemní zásobníky (akumulace tepelné energie podle VDI 4640), které však vyžadují výrazně více výkopových a izolačních prací.

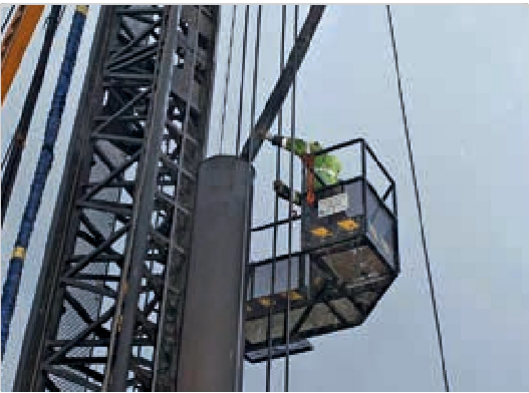




Instalace výztužných klecí



Postup betonování pilot in situ



Plnicí potrubí pro betonáž



Dohled nad montáží pilot



Montáž vrtané piloty



Prefabrikovaná betonová vrtaná pilota

Základní principy návrhu

Správný návrh systémů zemních tepelných výměníků vyžaduje pochopení tepelné vzájemné souvislosti v půdě blízko povrchu. Jakékoli návrhové výpočty by proto měly být předcházeny geologickým průzkumem, aby bylo možné určit geologické podmínky půdy v dané lokalitě. Z výsledků tohoto průzkumu lze odvodit různé tepelné parametry půdy potřebné pro přesný výpočet konfigurace zemního tepelného výměníku.

U velkých systémů, které musí zajistit vysokou bezpečnost dodávek, se doporučují komplexní simulační výpočty. Ty mohou poskytnout informace o udržitelném provozu, možných účincích na geotermální rovnováhu sousedních pozemků a případných chemických/fyzikálních změn v půdě nebo podzemní vodě.

Pro návrh zemních kolektorů, systémů chlazení podlahových desek nebo základových akumulčních systémů platí norma ISO EN 13370 „Přenos tepla zemí – výpočtové metody“.

a lze použít i další pokyny. Tato norma se zabývá přenosem tepla podlahových desek, včetně tepelně aktivních desek, přes zem.

Změnou parametrů systému (potrubní registry, izolace, geometrické rozměry budovy atd.) a proměnných řízení systému lze odvodit údaje o tepelném výkonu systému chlazení podlahových desek v letním období.

Pro odhad výkonu systému v režimu vytápění lze použít směrnici VDI 4640 „Tepelné využití podzemí“. Tento dokument obsahuje také informace týkající se schvalovacích postupů a environmentálních okrajových podmínek. Revize této směrnice pro letní chlazení však dosud nebyla provedena.

Následující tabulky poskytují přehled tepelné extrakční výkonnosti jednotlivých typů půdy.

	Jednotka	Písek	Jíl	Bahno	Písečtá hlína
Obsah vody	% objem	9,3	28,2	38,1	36,4
Tepelná vodivost	W/mK	1,22	1,54	1,49	1,76
Měrná tepelná kapacita	J/kg K	805	1,229	1,345	1,324
Hustota	kg/m³	< 15	1,816	1,821	1,820

Fyzikální vlastnosti charakteristických typů půdy (zdroj: VDI 4640)

Přesné modelování a podrobnější výpočty se doporučují také v následujících případech:

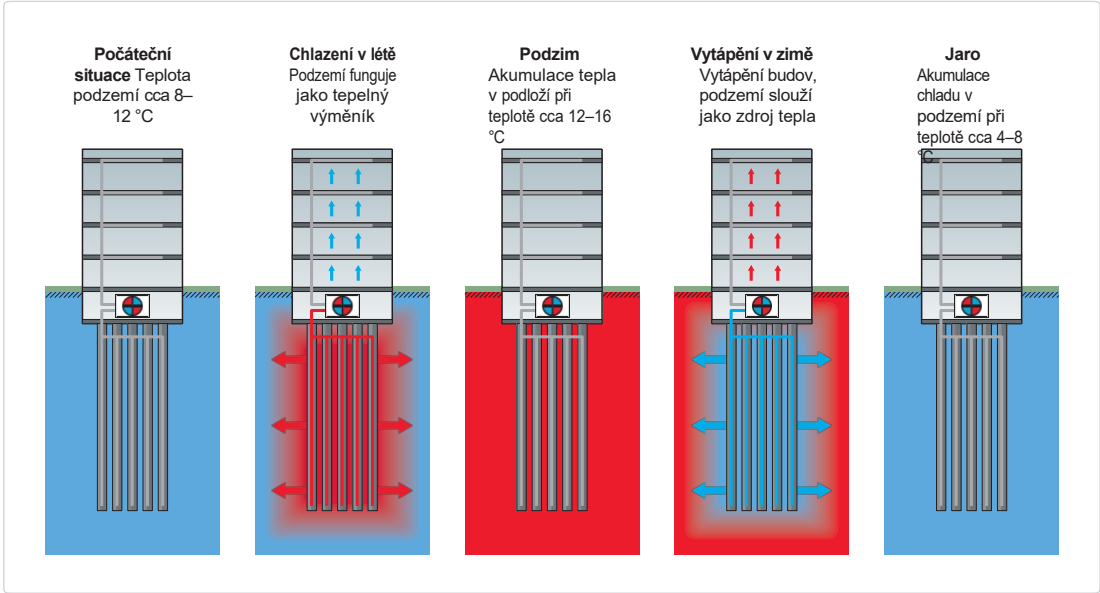
- Odchytky provozních dob tepelného čerpadla od výše uvedených hodnot
- Vyšší spotřeba energie na ohřev teplé vody
- Pozemní efekt tepelného příkonu prostřednictvím prostorového nebo komerčního chlazení nebo solárního termálního dobíjení (metoda roční metoda bilance)
- Silný vliv podzemní vody (rychlost driftu mezi 10 m/a a 150 m/a).

Výše uvedené orientační hodnoty pro tepelný výkon extrakce nejsou nutně přímo přenositelné na letní provoz. Následující faktory mohou vést k rozdílu mezi výkonem extrakce a příkonem:

- Při výchozí nerušené teplotě půdy vyšší než 10 °C v režimu vytápění půda

v blízkosti sond nebo trubek může ochladit až na bod mrazu. Tento teplotní rozdíl je větší než tepelně využitelný rozsah v letním provozu. Pro chlazení prostorů by teplota vody neměla překročit přibližně 17 °C, takže teplota půdy musí být nižší.

- V zimním režimu se kolem sondy nebo potrubí vytvoří ledová vrstva, která ovlivňuje vedení tepla. V letní provoz je charakterizován vlhkou nebo suchou půdou.
- Vrstvy půdy blízko povrchu jsou vystaveny silným klimatickým vlivům, takže klasický zemní kolektor Komponenty, které nejsou umístěny pod budovami, by se vlastně neměly nazývat geotermálními, ale solárními termálními komponenty. U systémů chlazení podlahových desek mají tyto klimatické vlivy dopad pouze na vstupní výkon v okrajové zóně, ale celkově je účinnost tohoto typu komponentů určována vlastnostmi půdy, včetně podzemní vody.

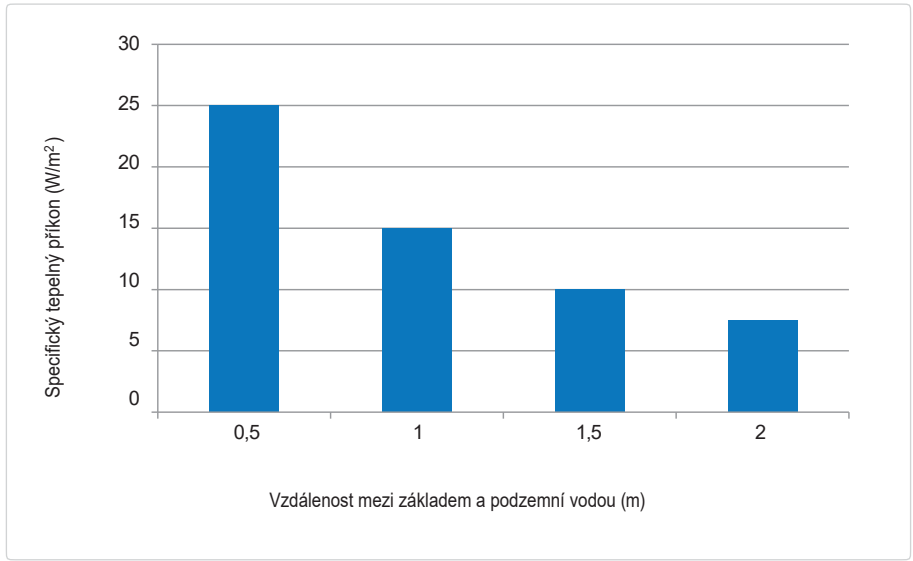


Energetické piloty: tepelné využití podzemí

Rozdíly v teplotním rozdílu mezi režimem vytápění a chlazení (zemní sondy)

Pro účely odhadu dlouhodobého výkonu zemních sond a energetických pilířů se proto doporučuje snížit hodnoty tepelného výkonu uvedené v normě VDI 4640 o 30 %.

Pro systémy chlazení podlahových desek lze použít následující orientační hodnoty, které vycházejí z teoretických úvah a praktických zkušeností včetně měření:



Specifický tepelný příkon (~ hustota chladicího zatížení) systému chlazení podlahových desek v závislosti na vzdálenosti mezi podzemní vodou a základem (vlhká soudržná podlaha/nasycený štěrk nebo písek)

Podle současného stavu znalostí lze pro systémy chlazení podlahových desek uvést následující doporučení pro návrh:

- Specifický vstupní výkon je silně závislý na hladině podzemní vody. Nasycení způsobené vysokou hladinou podzemní vody, zvyšuje tepelnou vodivost. To může vést k dlouhodobým chladicím výkonům, které jsou podobné výkonu stropů s betonovou aktivací jádra nebo výkonu podlah s podlahovým chlazením.
- Rozestup trubek by neměl přesáhnout 15 cm.

3.4 Výpočty tepelné

3.4.1 Výpočet výkonu pro případ ustáleného stavu

Společnost Geocore poskytne výpočet specifický pro daný projekt na základě dané konstrukce desky.

Na rozdíl od dynamického přístupu, který například zohledňuje tepelnou kapacitu konstrukčních prvků, představuje přístup v ustáleném stavu momentální snímek výkonu v důsledku přenosu tepla pro stanovené teploty a danou konstrukci stropu.

Hlavními parametry, které určují výkon povrchového systému, jsou koeficient přenosu tepla u stropu nebo podlahy, přijatelné minimální a maximální teploty povrchu a dostupná plocha. Výkon v ustáleném stavu lze vypočítat na základě norem pro vytápěcí systémy v budovách (ISO 11855). Návrhové výpočty pro danou konstrukci vycházejí z přílehlých výpočtových parametrů.

Pokud se systém TABS používá pro chlazení a základní vytápění, je nutné vzít v úvahu, že množství hmotnostního průtoku se mezi těmito dvěma způsoby použití obvykle nemění (stejný výkon čerpadla v zimě i v létě). Z tohoto důvodu by průtok vody měl být založen na chladicí funkci. Aby bylo možné dosáhnout vysokého výkonu při teplotách vody co nejbližší pokojové teplotě, měl by být rozdíl mezi teplotou přívodu a zpětného toku malý (2–5 K).

Požadovaný průtok vody se stanoví na základě maximálního výkonu (40–60 W/m²) a rozložení. Maximální délka chladicího/topného okruhu se poté stanoví na základě maximální přípustné tlakové ztráty.

Nové budovy, jako jsou pasivní domy, mají velmi nízkou potřebu vytápění nebo chlazení. Jejich hydraulický návrh by měl zohlednit turbulentní hmotnostní průtok s Reynoldsovým číslem nad 2300. V případě potřeby je nutné navrhnout menší rozměry potrubí, delší potrubní smyčky nebo nižší průměrnou teplotu vody.

- Regenerace během období, kdy je systém vypnutý, nebo během období se sníženou nebo bez požadavku na chlazení (chladné letní dny) zlepšují výkonnostní potenciál.
- Výkon může být vyšší, pokud jsou prostory v suterénu tepelně propojeny. Pokud však teplota v suterénu stoupne, dlouhodobý výkon se sníží (podobně jako v případě zvýšení teploty půdy). , dlouhodobý výkon se sníží (podobně jako v případě zvýšení teploty půdy).

Parametry výpočtu

- Chlazení
 - Dodávaná teplota: 16 °C
 - Teplota při návratu: 20 °C
 - Teplota v místnosti: 26 °C
 - Relativní vlhkost: 50 %
 - Koeficient přenosu tepla: podlaha = 7 W/m² K; strop = 10,8 W/m² K
- Vytápění
 - Teplota průtoku: 28 °C
 - Teplota v místnosti: 26 °C
 - Koeficient přenosu tepla: podlaha = 10,8 W/m² K; strop = 6 W/m² K

Všechny desky jsou vybaveny následujícím systémem: Systém: Geocore BATISO
Potrubí: PE-Xa 20
Rozteč trubek: 150 mm

3.4.2 Zjednodušený modelový výpočet založený na metodě konečných rozdílů (FDM)

Obecně se výpočty výkonu pro ustálený stav provádějí za účelem zjištění maximálního výkonu, kterého lze dosáhnout za daných okrajových podmínek. To poskytuje důležité informace pro návrh hydrauliky systému. Aby bylo možné zajistit přesné dimenzování chladiče, je nutné provést dynamické simulace z důvodu vysoké tepelné setrvačnosti systému TABS. V současné době společnost Geocore používá interně metody popsané v příslušných normách, jako je ISO 11855, k provádění semidynamických výpočtů. K modelování systému lze použít interní nástroj Geocore SST (Simple Simulation Tool) pro systémy TABS.

Jak je popsáno v normě ISO 11885-4, existují různé metody výpočtu.

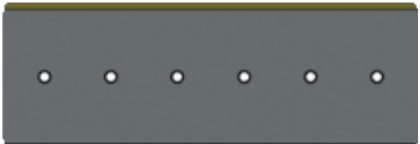
- 1. Metoda hrubého dimenzování založená na standardních výpočtech (chyba: 20–30 %)
- 2. Zjednodušená metoda s použitím diagramů (chyba: 15–20 %)
- 3. Zjednodušený model založený na metodě konečných diferencí (FDM) (chyba: 10–15 %)
- 4. Podrobná energetická simulace budovy (chyba: 6–10 %)

Je patrné, že zjednodušená modelová metoda založená na FDM provádí výpočty s přesností, která se blíží podrobné simulaci. Metoda konečných diferencí je založena na výpočtu tepelné bilance pro každý tepelný uzel definovaný v desce a místnosti. Pro tento výpočet je nutné definovat informace o konstrukci (stěny, okna), systému TABS a umístění. Vnitřní zatížení a maximální chladicí výkon lze definovat pro každou hodinu dne pro definovanou místnost.

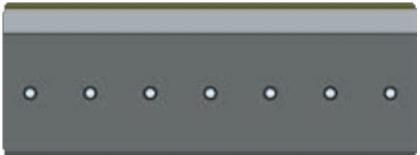
SST pro TABS je schopen vypočítat semidynamický teplotní profil (operativní teplotu) pro jednu zónu a umožňuje vyvodit závěry o dimenzování TABS a požadovaném výkonu chladiče s přihlédnutím k různým provozním režimům.

3.5 Konfigurace stropního u

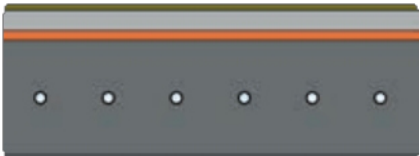
Stropní konfigurace bez izolace nebo vzduchové mezery jsou ideální pro maximalizaci výkonu TABS. Pro tento účel jsou vhodné následující varianty stropního provedení:



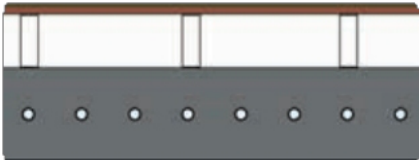
Betonová deska



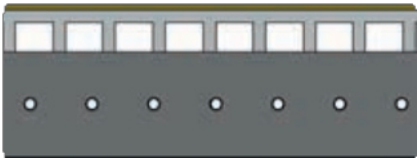
Betonová deska s lepeným potěrem



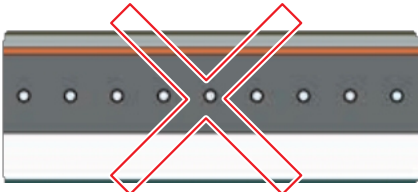
Betonová deska s izolací proti kročejovému hluku



Betonová deska se zdvojenou podlahou



Betonová deska s dutou podlahou



Betonová deska se zavěšeným stropem

Betonové desky pouze s tenkou podlahovou krytinou nebo lepeným potěrem poskytují maximální topný nebo chladicí výkon směrem nahoru do místnosti.

Izolace proti kročejovému hluku snižuje přenos hluku podlahou. Tato konstrukční varianta je však přijatelná v aplikacích, kde se využívá hlavně efekt chladných stropů.

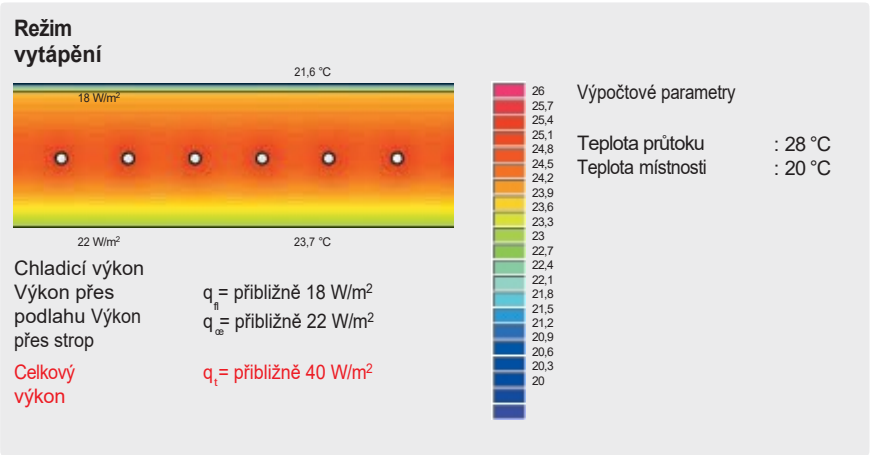
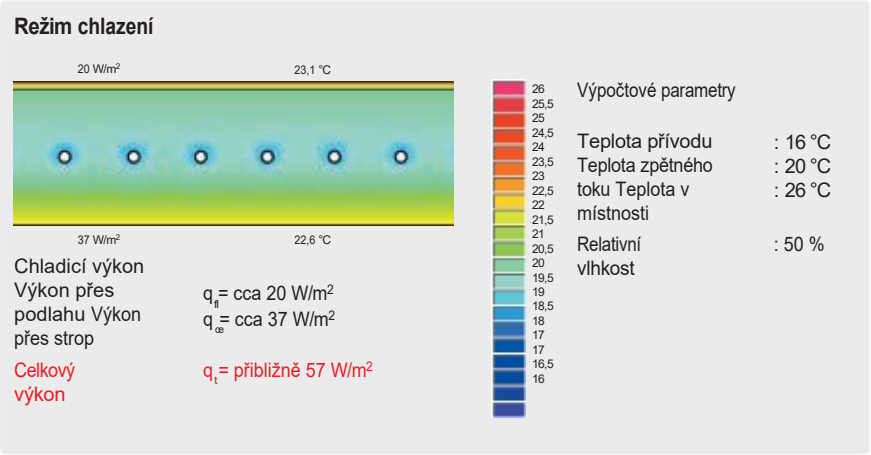
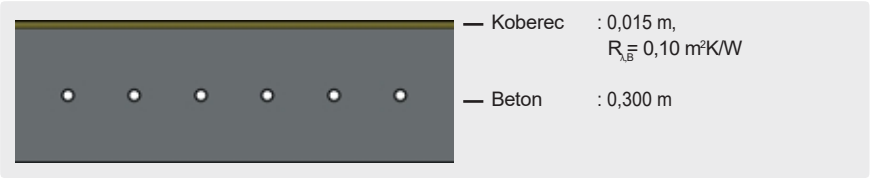
U zdvojené podlahy platí stejná úvaha jako u podlahy s izolací proti kročejovému hluku. Tento typ stropní konstrukce je oblíbený, protože do dutiny lze instalovat napájecí a EDP kabely.

Další variantou, která se často používá v kancelářských budovách, je konstrukce duté podlahy. Z hlediska výkonu se chová podobně jako zdvojená podlaha. Protože se však používá potěr (namísto podlahových panelů), je nutné pro instalace pod podlahou použít kontrolní otvory.

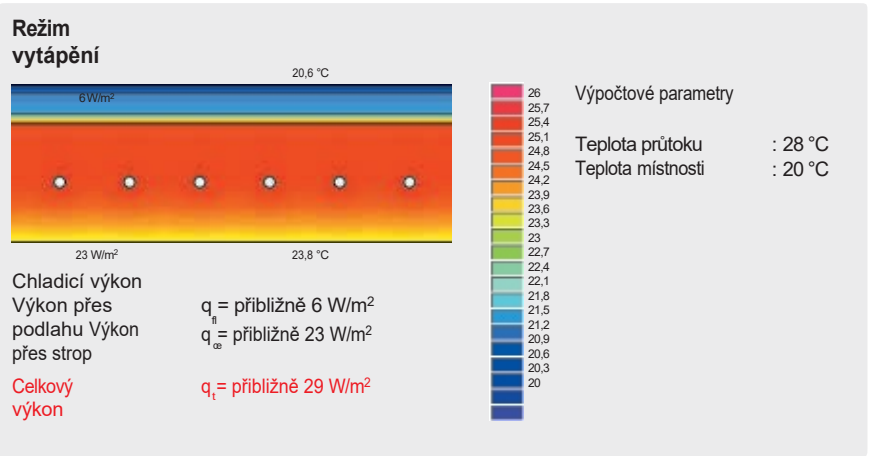
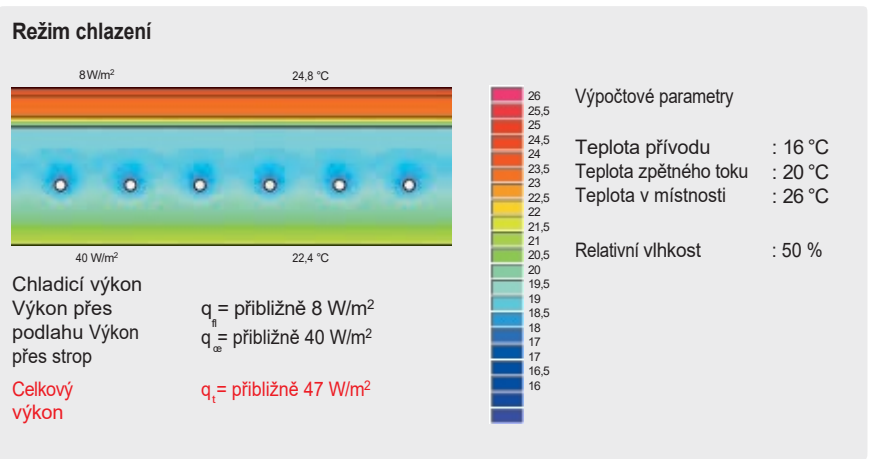
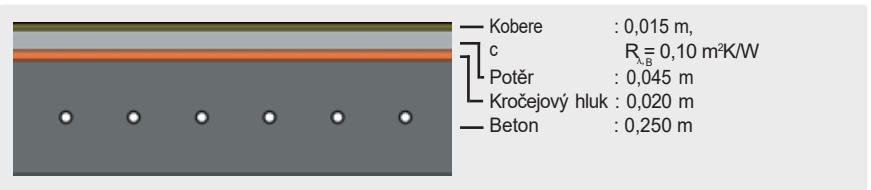
Závěsné stropy nejsou obvykle vhodné v kombinaci s aktivací betonového jádra. Pohled narušuje princip fungování aktivace betonového jádra. Konkrétní aplikace zahrnují například odvod tepla vyzařovaného osvětlovacími systémy z podhledových dutin.

3.5.1 Výkon z betonové desky bez izolac

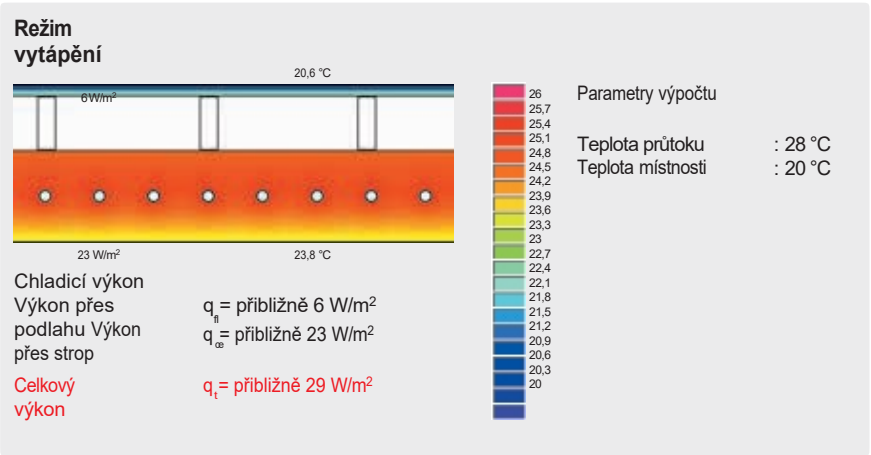
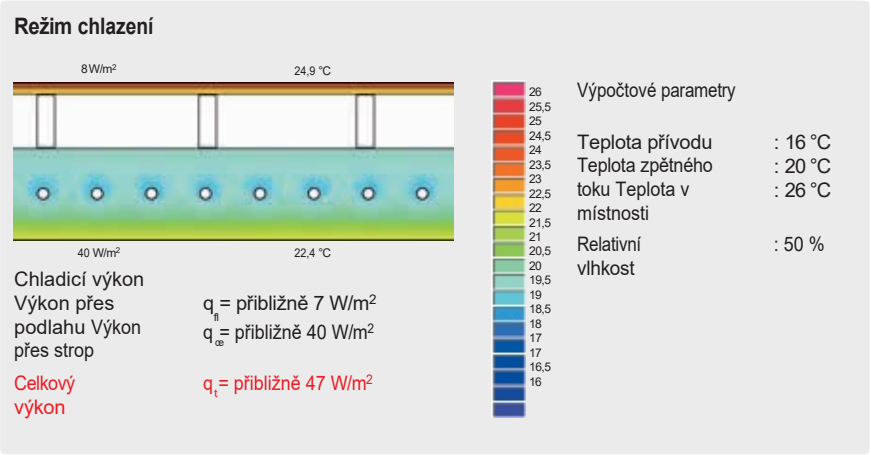
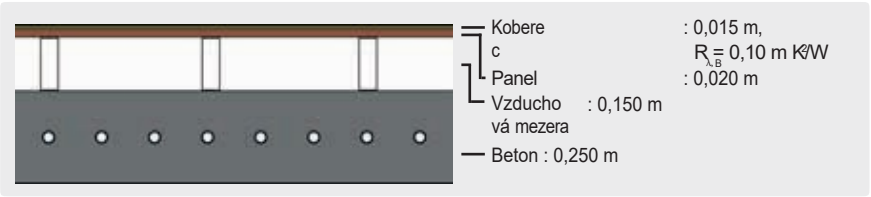
Konečný výpočet pomocí programu pro dvourozměrný přenos tepla ilustruje rozložení teploty v konstrukčním prvku.



3.5.2 Tepelný výkon betonové desky s izolací proti kročejovému hluku ová vrstva



3.5.3 Výkon z betonové desky se zdvojenou podlahou ()



3.5.4 Snižování výkonu pomocí akustických opatření typu „“, izolačních vrstev nebo dutin

Konstrukce podlahy

Jak vyplývá z výše uvedených výpočtů, projektanti budov si musí být vědomi skutečnosti, že instalace zdvojené podlahy výrazně snižuje výkon podlahy. To je zvláště důležité, pokud má systém pokrývat velkou tepelnou zátěž. Nutnost instalace zdvojené podlahy je třeba velmi pečlivě zvážit. Konvenční izolace proti kročejovému hluku také brání úniku tepla podlahou. Pokud je izolace proti kročejovému hluku nezbytná, je třeba zvolit materiály s odpovídajícími akustickými vlastnostmi, ale zároveň s dobrým tepelným přenosem.

Konstrukce stropu

Je třeba poznamenat, že uzavřené podhledy nejsou kvůli jejich vlivu na přenos tepla obvykle vhodné pro použití v kombinaci s TABS. Přenos tepla konvekci je omezen a podléhá dlouhým časovým zpožděním. Akustická omítka pokrývající celý strop má stejný účinek jako podhled.

Systém TABS může dosáhnout maximálního výkonu u stropů bez jakékoli obložení (omítky). Akustické vlastnosti takovýchto odhalených („tvrdých“) povrchů jsou však méně příznivé. Pro splnění akustických požadavků je třeba zvážit instalaci stropních panelů. Tyto prvky samozřejmě také mají určitý vliv na výkon systému TABS, v závislosti na jejich ploše. Totéž platí pro zavěšené žaluziové stropy. I když je výkon snížen, obecná funkčnost je zachována.

3.6 Dynamické úvahy o systému

Konvenční systémy vytápění/chlazení mohou být navrženy tak, aby zvládaly vytápění nebo chlazení, jakmile k nim dojde. V zásadě lze takové systémy navrhovat na základě výpočtů v ustáleném stavu.

Naopak systém TABS nebude schopen vždy plně rozptýlit zátěž. Denní teploty se proto budou lišit v závislosti na dostupné tepelné hmotnosti a skutečné chladicí zátěži. Pro odhad těchto výkyvů je třeba zohlednit kolísání zátěže a její rozptýl v čase. Schopnost učinit během fáze návrhu jasná prohlášení o tom, jak se bude chovat budova s TABS, vyžaduje výpočty, které zohledňují setrvačnost tepelné hmotnosti budovy. Je proto důležité zohlednit dynamické chování všech faktorů, které ovlivňují teploty uvnitř budovy.

Důležitá rada pro návrh: do fáze návrhu by měl být zapojen akustik

V závislosti na volné ploše se výkon sníží až o 30 % u stropů uzavřených až z 60 % (viz kapitola „Akustika“). Aby se zabránilo ztrátě výkonu, může být užitečné zvážit provedení akustických opatření na stěnách namísto stropu. Další možnosti pro umístění akustických opatření zahrnují kancelářské skříně, příčky a nábytek.

V budoucnu mohou být k dispozici nové zvukové izolační konstrukce, které lze instalovat na strop, aniž by výrazně omezovaly tepelný výkon stropu.

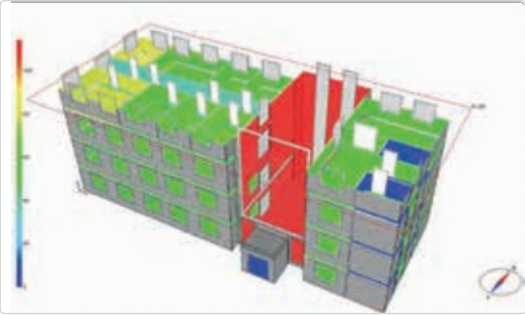


Tyto parametry zahrnují:

- Počasí (zejména sluneční záření a okolní teploty)
- Konstrukční aspekty (těžká nebo lehká konstrukce, koeficient tepelné propustnosti fasády a stínících zařízení)
- Vnitřní zatížení (od obyvatel, osvětlení a zařízení)
- Chování uživatelů a případně další významné faktory

Aby bylo možné předpovědět potenciální porušení komfortní zóny a jejich četnost, je třeba vzít v úvahu dynamické chování všech výše uvedených parametrů. Toho lze dosáhnout pomocí tepelné simulace.

Simulační software nenahrazuje odborné poradenství v oblasti stavebních služeb nebo stavební fyziky.



Simulace chladicího zatížení kancelářské budovy

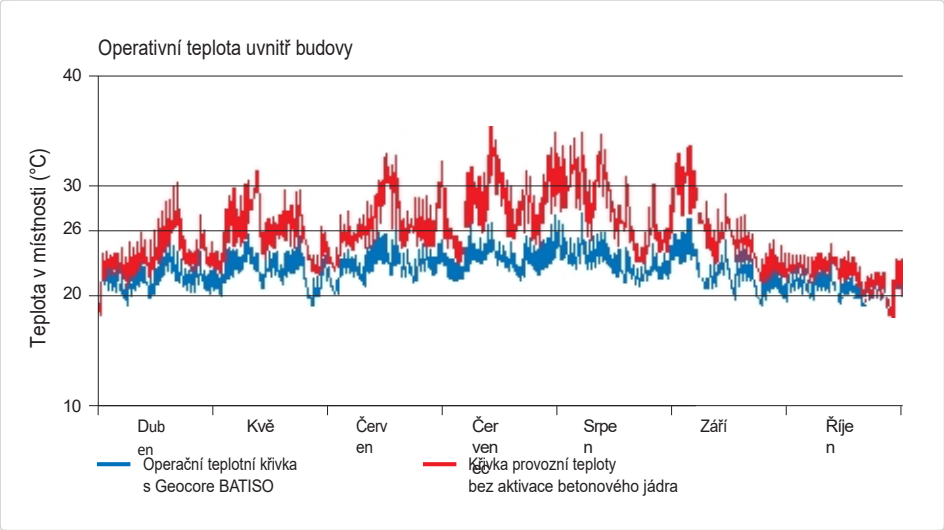
3.6.1 Tepelná simulace budov pro různé typy budov

Na základě výsledků simulace je vysvětleno tepelné chování různých typů budov. Je zkoumána pokojová nebo provozní teplota (suchá výsledná teplota) s TABS nebo bez TABS během extrémního horkého období.

Pro níže popsané dynamické výpočty byl použit program TRNSYS verze 15. Příslušný vícezónový model budovy (TRNSYS typ 56) již obsahuje modul pro zadávání okrajových podmínek pro TABS. Výpočty jsou založeny na systému Geocore BATISO (trubka PE-Xa o rozměrech 20 mm, vzdálenost trubek 150 mm). Systém pokrývá 80 % podlahové plochy.

Následující grafy ukazují různé teplotní křivky ilustrující tepelné chování prostoru během 5-denní vlna veder. Zobrazena je také předpokládaná vnější teplota. Kolísá mezi 16 a 32 °C. Grafy nezobrazují vysoké přímé sluneční záření předpokládané pro simulaci, které je samozřejmě dalším rozhodujícím faktorem pro tepelné chování budovy za extrémních podmínek zkoumaných v tomto příkladu.

Simulace se zaměřuje na režim chlazení, protože to je hlavní oblast použití systému TABS.



Porovnání simulovaných křivek výsledné suché teploty: V létě může aktivace betonového jádra účinně zabránit přehřátí budovy – kromě ojedinělých případů zůstává teplota v místnosti pod 26 °C

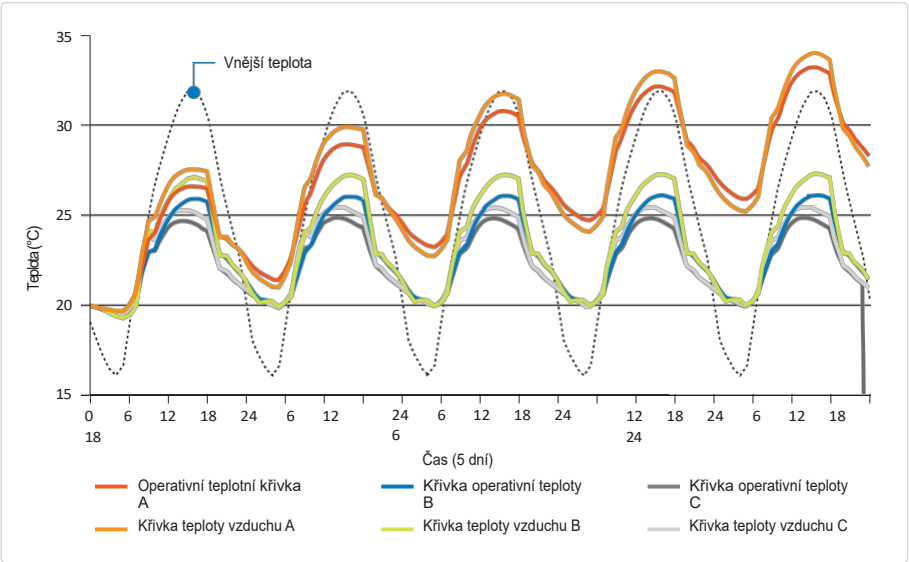
3.6.2 Tepelná simulace budovy pro budovu s prosklením od podlahy ke stropu

První budovou, která bude zkoumána, je moderní kancelářská budova s prosklením od podlahy ke stropu (nízkoemisní zasklení s koeficientem tepelné propustnosti $U = 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, celkový koeficient solárního zisku $g = 0,6$). Tloušťka betonové desky je 300 mm, na ní je položena zdvojená podlaha. Podlaha je pokryta kobercem. Kromě těžkého stropu je zbytek interiéru lehké konstrukce. Příčky jsou tvořeny sádkartonovými deskami s izolací z minerálních vláken.



Budova je vybavena automatickými stínícími zařízeními (vnější žaluzie, faktor stínění $z = 0,25$), které omezují přímé sluneční záření. Zkoumaný prostor je kancelář orientovaná na jih o podlahové ploše 20 m². Vnitřní zátěž během doby obsazení (8:00–18:00) se předpokládá jako teplo vyzařované 2 osobami, 2 počítači s monitorem, tiskárnou a osvětlením.

- Byly zkoumány různé varianty:
- A) Bez TABS, přirozené větrání
 - B) TABS, přirozené větrání
 - C) TABS plus mechanické větrání



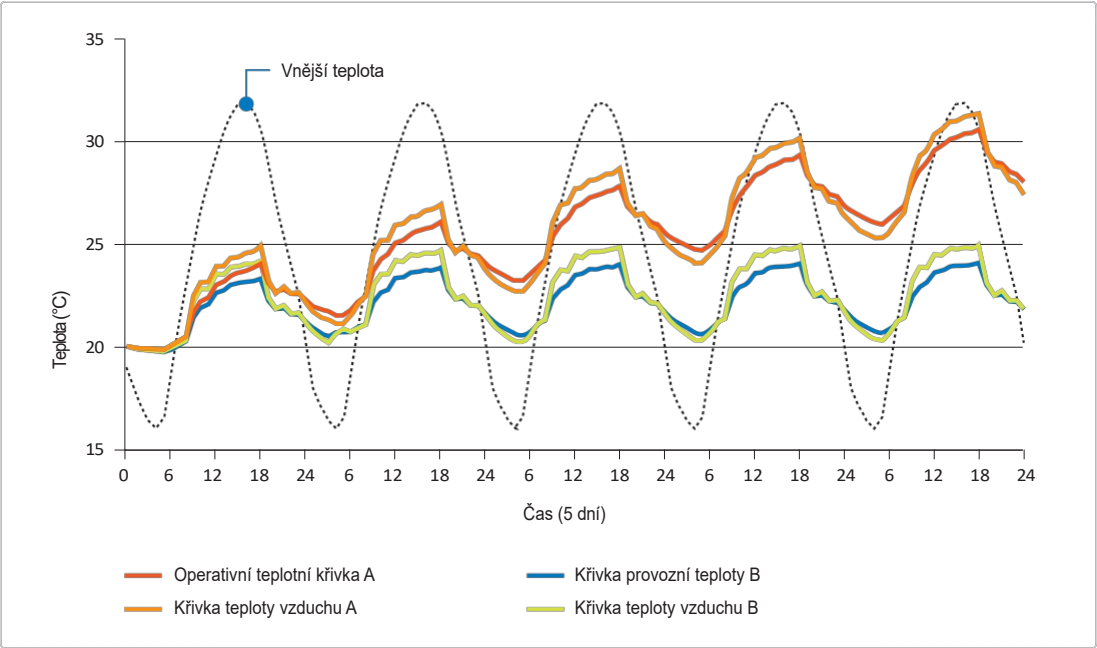
- A) V této budově je nezbytné nějaké chlazení. Během pětidenního horkého období dosahuje teplota uvnitř budovy 34 °C.
- B) Systém TABS je schopen zabránit postupnému zvyšování teploty uvnitř budovy. Teplota uvnitř budovy se udržuje přibližně v rozmezí 20 až 26 °C.
- C) Pokud se použije dodatečné mechanické větrání s 2 výměnami vzduchu za hodinu a teplotou přiváděného vzduchu 18 °C, lze teplotu uvnitř budovy udržovat v ještě užším teplotním rozmezí.

3.6.3 Tepelná simulace budovy s vysokou tepelnou hmotností (fasáda s dvojitou zděnou stěnou)

Druhým příkladem je kancelářská budova s vysokou tepelnou hmotností v podobě těžkých stropů a vnějších stěn. Místo prosklení od podlahy ke stropu je budova vybavena dvojitou zděnou stěnou (masivní cihlová zeď $U = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$). Poměr okenní plochy (nízkoemisní zasklení $U = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g = 0,59$) fasády je přibližně 60 %.



Betonová deska o tloušťce 240 mm je pokryta lepeným potěrem a kobercem. Vnitřní stěny jsou vybudovány z vápenopískových cihel o tloušťce 11,5 cm. Vnitřní zatížení během doby obsazení (8:00–18:00) se předpokládá jako tepelné zisky od 2 osob, 2 počítačů s monitorem, tiskárny a osvětlení.



A) Díky vyšší tepelné hmotnosti a menšímu poměru okenní plochy je tato budova ve srovnání s předchozí budovou méně citlivá na vnitřní a vnější zatížení. Nicméně pátý den horkého období dosáhla vnitřní teplota více než 30 °C.

B) Aktivace betonového jádra zabraňuje postupnému zvyšování teploty uvnitř budovy. Díky aktivaci betonového jádra se provozní teplota uvnitř budovy udržuje v úzkém rozmezí přibližně 21 až 24 °C.

3.6.4 Kdy je vhodné použít simulaci ?

Výhodou nástrojů, jako jsou simulační programy, je to, že mohou pomoci optimalizovat celkový koncept a odhalit potenciální slabiny návrhu. Simulace se vždy doporučuje u budov s velkými výkyvy zatížení, potenciálně vysokým zatížením vlhkostí a exponovanými umístěními místností. Simulace však není nutně vyžadována u všech budov s TABS.

Na základě zkušeností získaných při navrhování a provozu stávajících systémů lze učinit prohlášení o pravděpodobném výkonu systému TABS v dané budově bez dynamického výpočtu specifického pro daný projekt. Například výpočty ustáleného stavu poskytují informace o dosažitelném výkonu a umožňují dimenzování potrubí. Většina stávajících projektů se systémem TABS byla realizována na tomto základě. Pokud návrh zůstane v mezích stanovených touto technologií, je zaručena uspokojivá funkce a zvýšení komfortu.

Po uvedení systému TABS do provozu bude pravděpodobně nutná fáze seřizování, a to s simulací nebo bez ní.

Závěry z výše uvedených simulací

- Geocore BATISO lze použít pro různé typy budov
- V budovách s vysokým zatížením by systém TABS měl být schopen kompenzovat alespoň základní , aby bylo možné navrhnout menší případný dodatečný ventilační systém
- Díky výhodným investičním a provozním nákladům může systém TABS zajistit příjemné příjemné pracovní prostředí v budovách, kde by z nákladových důvodů nebylo chlazení běžně k dispozici

Stavební metody

O flexibilitě a přizpůsobivosti systému Geocore BATISO svědčí skutečnost, že byl již nainstalován ve všech možných konstrukcích desek nebo stěn. Ať už je zvolenou stavební metodou lití na místě, filigránová (částečně prefabrikovaná), plně prefabrikovaná nebo trvalá bednění, systém Geocore BATISO je dostatečně flexibilní, aby splnil požadavky projektu v kombinaci s příslušnými variantami konstrukcí desek.

4.1 Konstrukce desek litých na místě

Betonové desky litá na místě jsou v současné době nejběžnějším typem podlahové konstrukce pro kancelářské budovy. Komponenty systému Con-tec, moduly, háčky na síťovinu a patentované prvky pro průchod stropem byly vyvinuty speciálně pro tento typ desky.

Více informací o patentované metodě háčků na síťovinu od společnosti Geocore a jejích výhodách naleznete v kapitole 5, oddílu 5.2: „Kroky instalace“.

Systém Geocore BATISO je obvykle navržen a instalován na místě v modulech, aby byla instalace rychlejší, bezpečnější a přesnější.

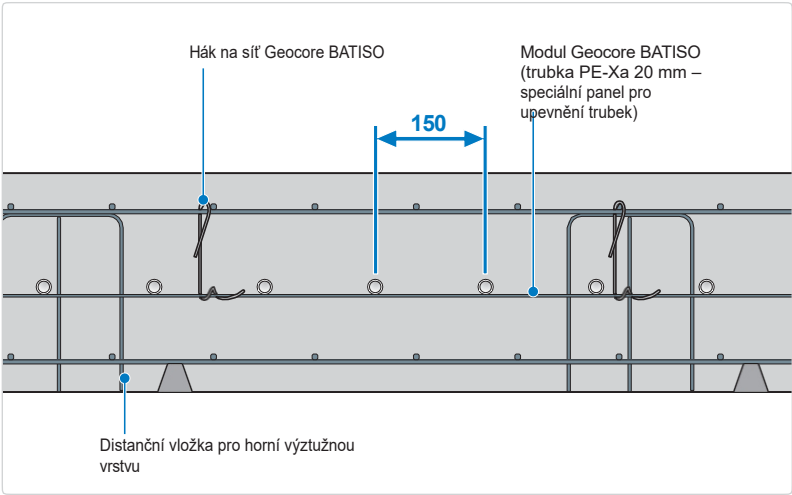
V této části jsou popsány nejběžnější konstrukce podlah a stěn. Pro ilustraci těchto konstrukčních metod jsou uvedeny některé referenční příklady předchozích projektů vybavených systémem Geocore BATISO.



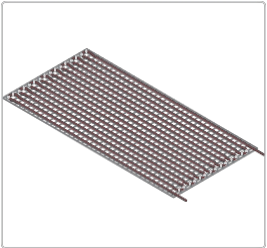
Moduly Geocore BATISO se instalují do středu podlahy.



Lití betonu na místě



Geocore BATISO, metoda síťových háčkových prvků



Modulární konstrukce

4.2 ká deska z předpjatého betonu

Aby se překonala přirozená slabost betonu v tahu, lze pro celou délku podlahy použít desku s dodatečným předpětím. Tato metoda se nazývá předpínání a znamená, že deska byla předepnuta, aby se zvýšila její pevnost (v tomto smyslu se nazývá deska z předpjatého betonu).

Mezi výhody předpjaté betonové desky patří nižší stavební náklady a lehčí konstrukce díky tenčí desce. Skutečnost, že samotná konstrukce je tenčí, přináší úspory nákladů na základy a snížení výšky budovy, což vede ke snížení nákladů na vnější povrchovou úpravu. Systém Geocore BATISO již byl začleněn do této stavební metody v různých projektech.



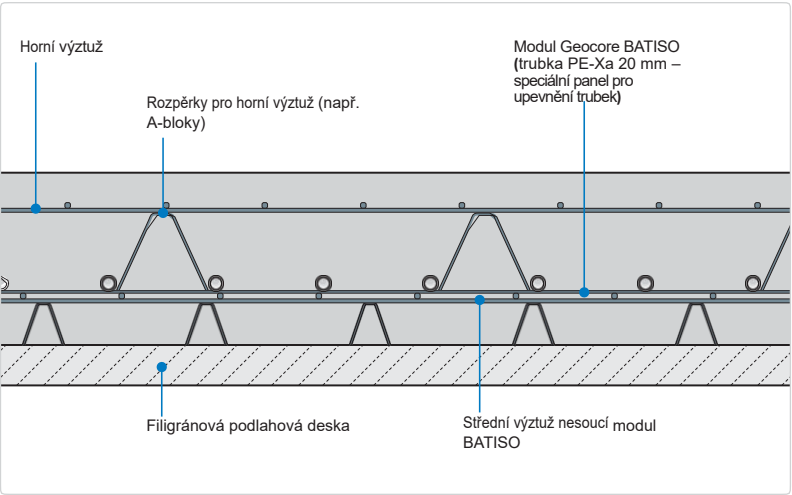
Moduly Geocore BATISO se instalují do středu podlahy.

4.3 Filigránová podlahová deska

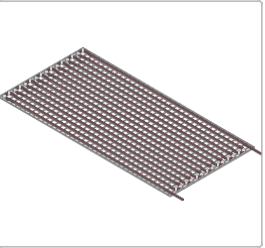
Moduly Geocore BATISO jsou také vhodné pro instalaci do filigránových podlahových desek, protože umožňují rychlou instalaci. V tomto případě jsou nosné sítě, které normálně slouží jako distanční vložky pro horní výztužnou vrstvu, zkráceny tak, aby mohly nést střední výztužnou vrstvu a moduly BATISO.



Moduly Geocore BATISO umístěné na síťových nosičích



Geocore BATISO ve filigránových podlahách



Modulární konstrukce

4.4 Prefabrikované betonové podlahy

4.4.1 Běžné prefabrikované prvky

Instalace modulů do prefabrikovaných betonových konstrukcí je široce používanou metodou. Modulární konstrukce umožňuje výrobcí betonových prvků dodávat prefabrikované díly s plně integrovanou aktivací betonového jádra na místo včas.



Moduly Geocore BATISO zabudované do prefabrikované betonové desky



Jefáb přepravující prefabrikovaný betonový panel na správné místo

4.4.2 Dutý jádrový panel

Dalším typem prefabrikované podlahové konstrukce je dutá deska. Tento typ prefabrikované desky z předpjatého betonu má po celé délce desky dutiny trubkovitého tvaru. Díky této vlastnosti je dutá deska lehčí než běžná desková konstrukce, což přináší výhody v podobě nižších nákladů na materiál a dopravu a také rychlé instalace.

Tento typ deskové konstrukce je oblíbený v zemích s vysokým rozšířením prefabrikovaných betonových řešení a nízkou seismickou aktivitou.



Prefabrikovaná dutá jádrová deska vybavená betonovým jádrem a rozvodnými trubkami, instalovaná na univerzitě v Bochumi



Moduly Geocore BATISO zabudované do prefabrikované duté desky

4.5 Trvalé bednění desek

V posledních desetiletích se stavební inženýři mnohokrát pokoušeli snížit hmotnost desek. Jak bylo uvedeno výše, jedním z řešení bylo zavedení prefabrikovaných dutinových desek. Omezení těchto desek způsobená nedostatečnou flexibilitou a omezenou architektonickou svobodou vedla inženýry k hledání jiných řešení. Jedním z nich je trvalé bednění nebo ztracené bednění. Trapézové plechové podlahy, často nazývané kovové podlahy nebo ComFlor®, představují dva příklady tohoto typu instalací.

Konkrétně u podlah s kovovými plechy, jako jsou trapézové plechové podlahy, lze zvýšit výkon systému sálavého vytápění/chlazení téměř o 50 %. V tomto případě je však snížena schopnost podlahy šetřit energií. Moduly Geocore Con-tec se obvykle instalují na trapézové



Geocore BATISO instalovaný v kovovém podkladu

zoidální plechové desky. Nicméně, aby bylo možné využít vyšší nosnost podlah s plechovými deskami a zároveň těžit z energetických úspor, které přináší potěr a beton, lze moduly BATISO instalovat do odpovídajícího potěru, nad betonovou vrstvou.

4.6 Speciální aplikace

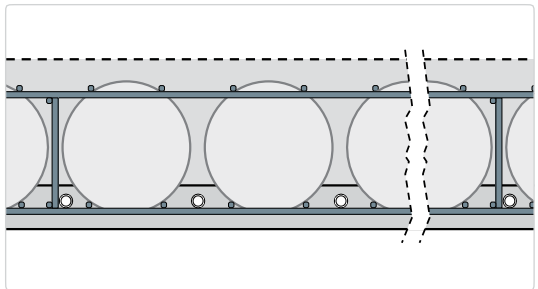
Některé z více než 100 projektů realizovaných dosud s Geocore BATISO zahrnovaly řadu speciálních podlahových konstrukcí, u nichž společnost Geocore poskytovala podporu při návrhu a realizaci.

Vzhledem k tomu, že v posledních desetiletích byl kladen důraz na minimalizaci hmotnosti desek, byly zavedeny dvouosé desky s dutými dutinami. Účelem těchto dutých

dutin (vyplněných kuličkami, jinými prvky nebo ponechaných prázdných) je nahradit beton v oblastech rozpětí, kde nemá žádný konstrukční přínos. Mezi běžné systémy dutinových dvouosých desek používané po celém světě patří: BubbleDeck®, Cobiax®, U-Boot®, trhací desky, vaňové desky a polystyrenové dutinové bloky. BATISO se používá k tepelné aktivaci desek v těchto dutých dvouosých deskách.

4.6.1 BubbleDeck®

Společnost Geocore spolupracovala se společností BubbleDeck® na začlenění modulů BATISO do spodní části desky. Potrubí lze instalovat buď v prefabrikačním závodě, nebo na stavbě.



Podlahová část BubbleDeck® (typ BD 230) s Geocore BATISO



BubbleDeck® a Geocore BATISO jako prefabrikovaný prvek

4.6.2 Cobiax®

V tomto systému jsou duté tělesa z elipticky tvarovaného plastu namontovány s lehkou kovovou sítí mezi horní a dolní výztuží. Tím se vytvoří dvouosá deska s dlouhým rozpětím bez nosníků, což snižuje hmotnost a tím i konstrukci nosných konstrukcí a základů.

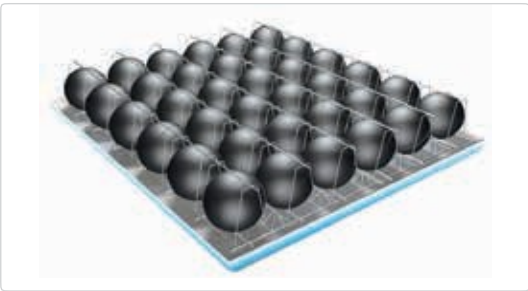


Podlahová část modulů Cobiax® s Geocore BATISO



Moduly Cobiax® v kombinaci se systémem Geocore BATISO jako prefabrikované moduly

Ve spolupráci se společností Hanson vyvinula společnost Geocore koncept zabudování potrubí Geocore PE-Xa do prefabrikovaných podlahových panelů Omnia vybavených dutinovým systémem Cobiax. Výsledkem byl systém Coolslab®.



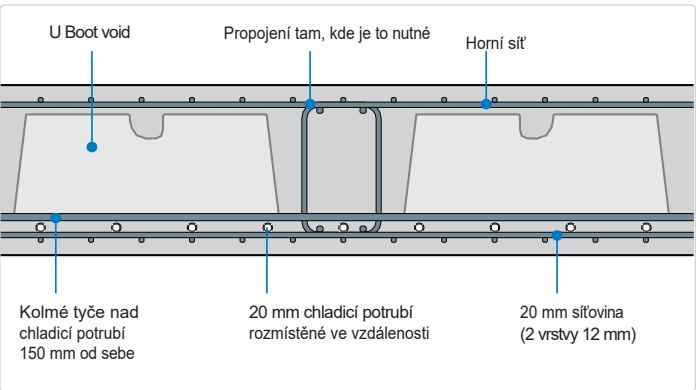
Systém Coolslab®, vyvinutý společnostmi Hanson a Geocore. Systém Geocore BATISO je prefabrikován v prefabrikované sekci

4.6.3 U-Boot®

Snížení nákladů na dopravu a emisí CO₂ bylo jednou z hlavních hnacích sil pro vynález dalšího systému dutinových tvarovek.

Tento systém, známý jako U-Boot®, se skládá z recyklovaného polypropylenového bednění. Systém U-Boot® vytváří houbovité sloupky, které se montují do desky,

což umožňuje lehčí konstrukci s velkým rozpětím a bez nosníků, čímž se minimalizují náklady na materiál a dopravu. Největší výhodou systému je, že je stohovatelný a díky svému tvaru vytváří U-Boot® mřížku ortogonálních nosníků ve tvaru „I“, takže výztuž lze vypočítat podle široce používaných mezinárodních a místních norem.



Podlahová část U-Boot® se systémem Geocore BATISO



Instalace Geocore BATISO, betonování a instalace modulů U-Boot

4.6.4 Žebrované a vaflové desky

Žebrované a vaflové desky jsou dalšími typy dutých desek. BATISO se také používá v těchto typech desek jako speciální přísada pro tepelnou aktivaci desky. Jedním z příkladů těchto metod je vaflová deska využívající systém SKYRAIL®.

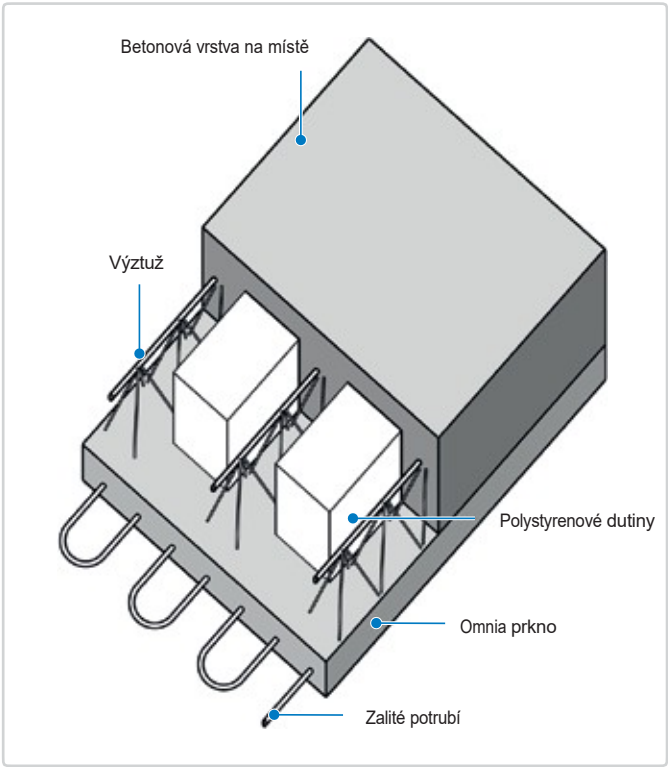


Instalace systému Geocore BATISO s žebrovanou deskou

4.6.5 Polystyrenové dutinové bloky

Další metodou konstrukce dutinových desek, jejímž cílem je snížit hmotnost desek, je metoda polystyrenových dutinových bloků: bloky polystyrenu se montují do podlahy, aby se snížilo množství betonu nalitého na místě.

Systém Omnicore® patří k této metodě a byl vyvinut společností Hanson a Geocore jako varianta systému Coolslab®. V tomto systému jsou bloky polystyrenu namontovány do horní části prefabrikovaného dílu. Tím se snižuje množství potřebného betonu na místě, což vede ke snížení celkové hmotnosti podlahy.



Coolslab®, vyvinutý společností Geocore a Hanson, navržený pro projekt Manchester Metropolitan University (MMU)

Zdroj: S. Doody et al. „Vývoj „aktivované“ prefabrikované podlahové konstrukce s tepelnou hmotou a architektonicky atraktivním povrchem, která zajišťuje klimatizaci prostoru pomocí chlazení z podzemních zdrojů“, Feilden Clegg Bradley Studios, příspěvek předložený jako výzkum z praxe pro cenu RIBA President's Award for Research 2010.

4.6.6 Renovace historických budov

V historických docích v Hamburku byla řada starých skladů přeměněna na moderní kancelářské budovy. V některých z těchto budov byla úspěšně integrována aktivace betonového jádra do staré

konstrukci budovy pomocí speciálně přizpůsobené stavební metody. Vzhledem k tomu, že stropy místností byly poměrně nízké, nebyl k dispozici žádný prostor pro vzduchové kanály.



Hamburské doky



Instalace na míru mezi stropními trámy

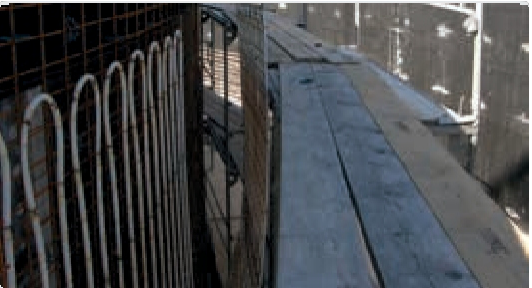
4.7 Instalace na stěnových ech

V budovách se skleněnými fasádami jsou betonové desky často jedinými prvky, které zajišťují akumulaci tepla. Moduly Geocore BATISO pro aktivaci betonového jádra lze však integrovat také do masivních těžkých vnitřních stěn. V kombinaci s podlahami s aktivovaným betonovým jádrem výrazně zvyšují tyto řešení topný/chladicí výkon budovy. Mají navíc pozitivní účinek, protože umožňují mnohem rychlejší vysychání vlhkých konstrukcí pomocí vytápění.

Systém Geocore BATISO lze navrhnout a instalovat v modulech pro instalaci na místě, což přináší všechny výhody modulární instalace, jak je uvedeno v části 4.1. Kromě toho lze systém Geocore BATISO instalovat horizontálně nebo vertikálně a ve všech možných výškách stěn, což poskytuje absolutní flexibilitu instalace.



Moduly Geocore BATISO instalované ve zdi



Moduly Geocore BATISO instalované ve zdi

Pokyny k instalaci

5.1 Dodávka modulů

V závislosti na velikosti a typu jsou moduly BATISO dodávány na staveniště ve svislých nebo vodorovných baleních na nevratných přepravních zařízeních. Balení modulů se vykládají jeřábem a skladují se na místě až do instalace. Během skladování musí být chráněny před nárazy a povětrnostními vlivy.



Sada modulů BATISO, vertikální provedení

Při delším skladování na staveništi (> 30 dní) zajistěte, aby moduly nebyly vystaveny přímému slunečnímu záření (UV záření).



Modulový balíček BATISO, horizontální verze (moduly BATISO Q131)

Doprava modulového balíku BATISO jeřábem

Níže uvedené pokyny je nutné přísně dodržovat, aby nedošlo ke zranění osob a poškození majetku.

Modulový balík se svislými moduly BATISO

Modulový balík se skládá z nevratného přepravního zařízení, ke kterému jsou připevněny moduly BATISO. Každé přepravní zařízení pojme až 35 modulů. Rozměry prázdného přepravního zařízení jsou následující: D/Š/V cca 3,50 m/1,20 m/2,00 m. Maximální hmotnost přepravního zařízení s 35 moduly o rozměrech 6,30 m x 2,40 m odpovídá přibližně 1400 kg.

Pro přepravu jeřábem umístěte balíky modulů na pevný a rovný povrch. Balík modulů připevněte k háku jeřábu pomocí dodaných popruhů. Balík modulů zvedněte jeřábem na příslušnou instalační úroveň a umístěte jej na rovný povrch s potřebnou nosností.

Odstraňte přepravní popruhy. Jednotlivé moduly BATISO lze nyní vyjmout z přepravního zařízení.



Správná přeprava modulu BATISO s vertikálními moduly pomocí jeřábu

Modulový balík s horizontálními moduly BATISO

Moduly BATISO s výztuží z ocelového pletiva Q 131 se přepravují a skladují v horizontálních stohách na nevratných paletách. Pravidla pro manipulaci a přepravu jeřábem jsou stejná jako u svislých modulových balení. Opětovně neupravujte upevnění zvedacích popruhů, protože by se jinak mohlo stát, že se náklad při zvedání uvolní.

- Důležité!**
- Balíky modulů vždy pokládejte na pevný a rovný povrch. Dodržujte požadovanou nosnost.
 - Neměňte upevnění popruhů k přepravnímu zařízení (při pohledu shora shora: provlečené třetí smyčkou nejmenšího modulu).
 - K nevratnému přepravnímu zařízení nepřipevňujte žádné zvedací zařízení.
 - Na hák jeřábu nepřipevňujte více než jeden modulový balík najednou.
 - Nikdy nestůjте pod zvednutými balíky modulů.
 - Při vyjímání modulů BATISO ze svislých modulových balíků vyjměte jeden modul z jedné strany a další modul z druhé strany, aby se zabránilo převrácení balíku.

5.2. Instalační kroky V

V monolitických betonových deskách (in-situ)

Stavební proces, včetně instalace systému aktivace betonového jádra, zahrnuje následující kroky:



1. Instalace podlahových uzávěrů stavebním dodavatelem.



2. Montér přibije prvky pro průchod potrubí stropem k bednění podle montážního plánu.



3. Stavební dodavatel umístí spodní výztužnou vrstvu a příslušné distanční vložky.



4. Jeřáb zvedne transportní rám modulu na podlahu.

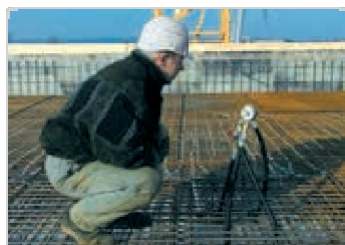


5. Montér vyjme moduly z přepravní krabice, poté je rozloží a vyrovná na střední výztužné vrstvě podle montážního plánu. Za tímto účelem jsou moduly opatřeny štítkem s uvedením velikosti a typu.



6. Několik modulů lze propojit pomocí spojek a vytvořit tak chladicí/topný okruh. Stejným způsobem lze prodloužit i spojovací potrubí.

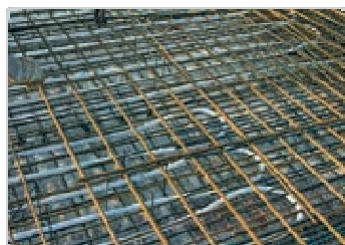
Konce spojovacích trubek se poté zakryjí ochrannou trubicí a protlačí se stropními průchodkami.



7. Pro provedení hydraulických tlakových zkoušek podle protokolu o tlakové zkoušce jsou konce trubek vyčnívající ze stropních průchodových prvků vybaveny příslušnými adaptérovými šroubeními Geocore, tlakoměrem a vypouštěcími ventily.

Před a během betonáže musí být všechny okruhy

pod tlakem (voda nebo vzduch) a tlak je monitorován. Tato tlaková zkouška musí být zdokumentována. Před uvedením do provozu musí být potrubní registry podrobeny závěrečné zkoušce těsnosti při střední provozní úrovni. Ta se provádí podle oficiálního smluvního postupu pro stavební práce a s zkušebním tlakem nejméně 1,3násobku provozního tlaku.



8. Stavební dodavatel umístí distanční vložky pro horní výztužnou vrstvu a výztuž.

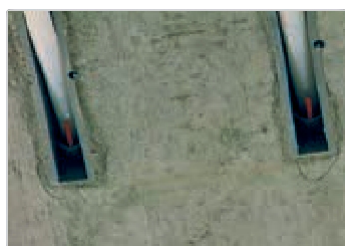


9. Moduly se zvedají pomocí háčků Geocore BATISO a otevřené konzoly se zavěšují na horní výztuž.

Moduly jsou zajištěny (například aby se zabránilo jejich zvedání během betonáže) v neutrální zóně ohnutí háčků Geocore BATISO. Čtyři háčky na m² stabilizují modul v desce.



10. Beton se nalije. Vibrátory pro betonování jsou povoleny a nemají vliv na potrubí ani jej nepoškožují.



11. Jakmile beton vytvrdne a bednění je odstraněno, lze odstranit tlakové zkouškové armatury a protahovací trubky vytáhnout přes stropní průchodku. Červené pásky na otvorech stropních průchodek označují směr, ze kterého byla trubka zasunuta.



12. Instalátér tak okamžitě ví, ze které strany musí spojovací trubky vytáhnout.

Nakonec se smyčky připojí k rozvodným potrubím nebo rozdělovačům. Kompletní instalace se podrobuje závěrečné tlakové zkoušce. Tato závěrečná zkouška musí být zdokumentována.

Výše popsaný postup ilustruje nutnost vynikající koordinace mezi různými řemesly. Aby byla zajištěna úspěšná

instalace systému aktivace betonového jádra musí instalátér koordinovat své činnosti s činností dodavatele betonu.

Důležité poznámky k plánování:

Potrubí naplněné vodou musí být chráněno před mrazem.

Filigránové podlahy

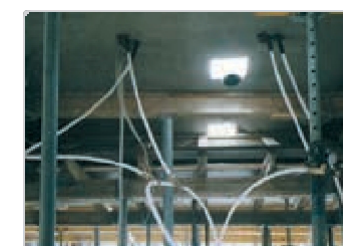


1. Centrální výztužnou vrstvu pokládá stavební dodavatel, například ve formě síťové výztuže.



2. Montážní technik vyjme moduly z přepravní krabice, umístí je na podlahu a poté je rozloží a vyrovná na střední výztužné vrstvě podle montážního plánu.

3. Na rozdíl od monolitických betonových desek jsou moduly již ve své konečné poloze ve středu desky, a proto nemusí být polohovány ve středu pomocí metody podpěrných prvků. Měly by však být zajištěny proti posunutí na výztuži.



4. U filigránových podlah se nepoužívají žádné stropní průchodky. Otvory v podlaze pod nimi lze jednoduše vyvrtat skrz filigránovou desku. Konce spojovacích trubek se zakryjí ochrannou trubicí a zatlačí se dolů.

5. Stavební dodavatel umístí distanční vložky pro horní výztužnou vrstvu a poté položí a upevní výztuž.

6. Před nalitím betonu musí být všechny chladicí/topné okruhy natlakovány a tlak zkontrolován.

U méně běžných stavebních metod je třeba postupovat podle specializovaných stavebních kroků. Viz kapitola 4, „Stavební metody“.

5.3 Obecné poznámky k instalaci podle norm ISO 11855

Instalace potrubí

Skladování a přeprava

Trubky musí být přepravovány, skladovány a manipulovány tak, aby byly:

- Chráněny před vším, co by je mohlo poškodit
- V případě plastových trubek skladovány mimo dosah přímého slunečního záření

Volný prostor

Trubky jsou umístěny ve vzdálenosti větší než:

- 50 mm od svislých konstrukcí z plastových trubek, skladovány mimo dosah přímého slunečního záření
- 200 mm od kouřovodů a otevřených krbů, otevřených nebo zděných šachet, výtahových šachet

Poloměr ohybu

Použijte pouze ohybový poloměr rovnající se poloměru ohybu trubky doporučenému dodavatelem systému.

Spojky

Pokud jsou při instalaci potrubí do podlahové konstrukce instalovány spojky, musí být přesná poloha všech spojek v podlahové konstrukci přesně vyznačena a zaznamenána ve stavebním výkresu.

Upevnění trubek

Trubky a jejich upevňovací systémy jsou zajištěny tak, aby byla zachována jejich horizontální a vertikální poloha podle plánu. Vertikální odchylka trubek nahoru před a po nanesení potěru by neměla v žádném bodě překročit 5 mm. Vodorovná odchylka od stanoveného rozestupu trubek v topném okruhu by neměla překročit ± 10 mm v místech upevnění. Tyto požadavky se nevztahují na oblasti ohybů a průhybů. Rozestup upevnění nezbytný pro splnění těchto požadavků závisí na materiálu trubek, rozměrech a systémech.

Častější upevnění zajišťuje větší bezpečnost umístění potrubí. Rozestupy upevnění závisí na použitém systému. Zkušenosti ukazují, že systémy s jednotlivými upevněními vyžadují rozestupy přibližně 50 cm, aby byly splněny výše uvedené požadavky.

Výztuž

Výztužná síť používaná pro upevnění trubek TABS musí být v souladu s příslušnými normami. Dokud nebude k dispozici evropská norma, měly by se používat národní normy.

Zkouška těsnosti

Zkouška těsnosti může být provedena pomocí vody nebo stlačeného vzduchu.

Před pokládkou potěru je třeba zkontrolovat těsnost topných a chladicích okruhů pomocí tlakové zkoušky. Zkušební tlak nesmí být nižší než 4 bar, nebo ne více než 6 bar pro standardní systémy. V případě lití asfaltu musí být potrubí během pokládání asfaltu odtlačováno. Absence netěsnosti a zkušební tlak by měly být uvedeny v záznamu o zkoušce. Pokud hrozí nebezpečí zamrznutí, je třeba přijmout vhodná opatření, jako je použití ochrany proti mrazu nebo klimatizace budovy. Po zahájení normálního provozu systému lze veškeré nemrznoucí kapaliny vypustit a zlikvidovat v souladu s příslušnými národními předpisy v oblasti zdraví a bezpečnosti a poté potrubí třikrát propláchnout čistou vodou.

Topné a chladicí systémy zabudované do stropů a stěn

Obecné konstrukční předpoklady

Systémy vytápění/chlazení lze instalovat na stěny nebo stropy z cihel, betonu nebo prefabrikovaných lehkých materiálů nebo do nich. Musí být splněny následující požadavky:

- Stěny nebo stropy musí být konstrukčně schopné unést systém
- Tolerance, úroveň a reference musí být v souladu s národními normami, pokud existují.
- Všechny elektrické kabely, potrubí nebo servisní trubky musí být nainstalovány a otestovány před zahájením prací na vytápění/chlazení
- Pokud se ve stěnách nebo stropích nacházejí dilatační spáry, je nutné určit vhodná opatření a provést příslušné práce před zahájením prací na vytápění/chlazení
- Ve všech případech musí být před pokračováním prací nainstalována okna a vnější dveře

Izolace

Izolace stropních a stěnových systémů vytápění/chlazení, které závisí na sousední místnosti nebo na vnějším prostředí, může být rozdělena do vrstev např. v případě vnějších stěn na vrstvu přímo za systémem a další vrstvu vně.

Tepelný odpor $R_{\lambda,ins}$ lze určit s přihlédnutím k účinnému tepelnému odporu stavební konstrukce. Systémy vytápění a chlazení stěn zabudované do vnitřních stěn mohou být konstruovány s izolací nebo bez izolace, v závislosti na jejich použití.

Maximální teploty topné vody V závislosti na použitém materiálu se doporučují následující maximální teploty topné vody:

- Omítka na bázi sádry nebo vápna $V_{des,max} = 50$ °C
- Hliněná malta $V_{des,max} = 50$ °C
- Omítka na bázi vápna a cementu $V_{des,max} = 70$ °C
- Prefabrikovaná stavební deska z tvrdé omítky $V_{des,max} = 50$ °C

Ochrana proti korozi

Kyslíková bariérová vrstva

Jedním ze způsobů, jak omezit problémy s korozí při kombinování plastových trubek s korodovatelnými materiály v topných instalacích, je použití plastových trubek s kyslíkovou bariérovou vrstvou. Při zkoušce podle normy ISO 17455 metoda I nebo metoda II, podle toho, co je použitelné, musí trubky splňovat požadavek propustnosti kyslíku $\leq 0,32$ mg/(m² x d) při zkušební (vodní) teplotě 40 °C.

Příprava vzorků

Akumulace vody se provádí na trubkovém úseku o délce nejméně 20 m. 10 % délky je navinuto kolem jádra. Cívka by měla mít poloměr ohybu rovný poloměru ohybu doporučenému dodavatelem systému. Navinutý trubkový úsek je upevněn na jádru. Po sestavení následuje 24hodinová relaxační doba bez zatížení (mimo vodní lázeň). Poté se svítek uloží do vodní lázně (vodovodní voda) s teplotou vody 20 °C. Během skladování musí být trubka naplněna vodou a oba konce trubky musí být mimo vodní lázeň bez jakéhokoli kontaktu s vodou. Po uplynutí doby skladování se cívka vyjme z vodní lázně, aby se vysušil vnější povrch trubky. Oba konce trubky jsou uzavřeny, voda zůstává uvnitř trubky. Sušení vnějšího povrchu trubky by mělo trvat po dobu 28 dní za standardních atmosférických podmínek podle normy EN ISO 291.

Poznámka:

Jednotka mg/(m² x d) umožňuje získat výsledky, které jsou nezávislé na testované dimenzi potrubí.

5.4 Zkušební protokol

Tlaková zkouška

Tlaková zkouška podle normy EN 11855:

Okruhy se kontrolují na těsnost pomocí tlakové zkoušky vodou nebo vzduchem. Tlaková zkouška se musí provést po dokončení systému, ale před zakrytím potrubí.

Před provedením tlakové zkoušky vodou musí být smyčky zcela naplněny a odvzdušněny.

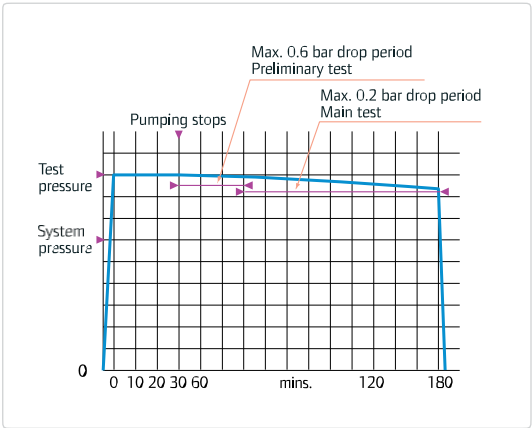
U systémů s betonovou vrstvou by měla být zkouška těsnosti provedena bezprostředně před pokládkou potěru a zkušební tlak musí být udržován po celou dobu pokládky potěru.

Zkušební tlak musí být dvojnásobkem pracovního tlaku, minimálně 4 bar a maximálně 6 bar.

Pokud hrozí nebezpečí zamrznutí, je třeba přijmout vhodná opatření, jako je použití ochrany proti mrazu nebo klimatizace budovy. Pokud pro normální provoz systému není nutná žádná další ochrana proti mrazu, ochrana proti mrazu se vypustí a systém se propláchne alespoň třikrát výměnou vody.

Je důležité udržovat teplotu vody během zkoušky co nejstálější. Změny teploty vody ovlivní tlak v systému.

Všechny použité přístroje pro měření tlaku musí mít spolehlivou přesnost 0,1 baru (10 kPa). Zkušební tlak nesmí klesnout o více než 0,2 baru (20 kPa) a nesmí docházet k únikům.



Zpráva o tlakové zkoušce

Tlaková zkouška podlahového vytápění podle normy DIN EN 1 264-4

Projekt:

Fáze projektu:

Osoba **odpovědná za kontrolu:**

Max. přípustný provozní tlak: = _____ bar
(vztahuje se k nejnižšímu bodu systému)

Rovnováha mezi teplotou okolí a teplotou plnicí vody by měla být zohledněna odpovídající čekací dobou po dosažení zkušebního tlaku.
Zkušební tlak musí být po uplynutí čekací doby podle potřeby obnoven.

Poznámka: Při zkoušce vzduchem je třeba počítat s **dostatečným časem** pro uvolnění teploty a objemu stlačeného vzduchu.

Předběžná zkouška

Zahájení zkoušky:

Datum

Čas

Zkušební tlak: _____ bar

(max. 6 bar)

Konec testu:

Datum, čas (max. pokles tlaku 0,6 bar)

Zkušební tlak: _____ bar

Hlavní test

Zahájení zkoušky:

Datum

Čas

Zkušební tlak: _____ bar

Konec zkoušky:

Datum

čas

Zkušební tlak: _____ bar

Tlaková ztráta během hlavní zkoušky: _____ bar (max. 0,2 bar)

Na konci zkušebního období bylo zjištěno, že ve výše uvedeném systému nedochází k žádným únikům.

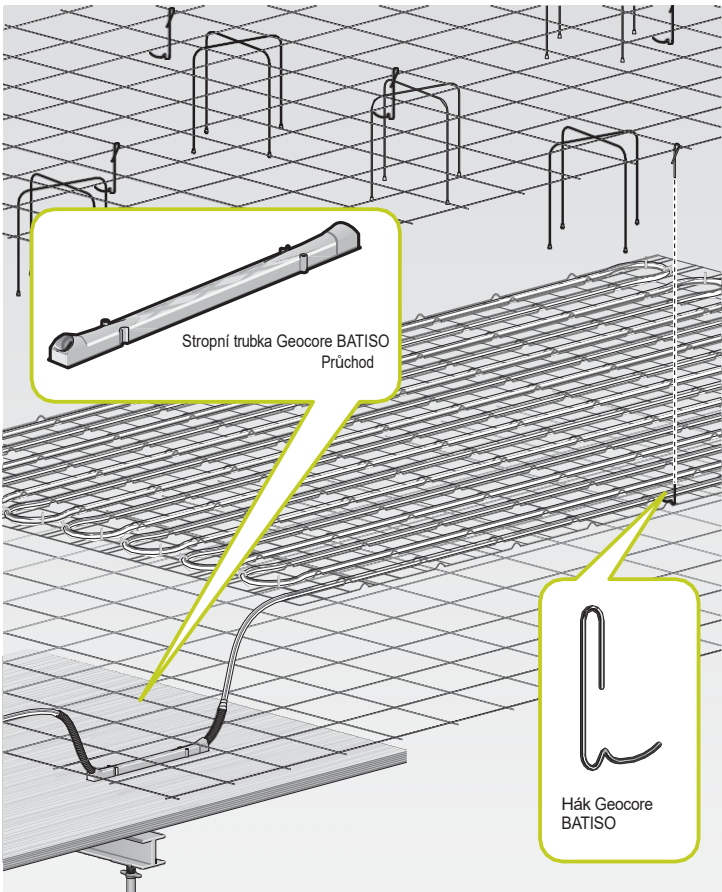
Potvrzení

Vlastník budovy/zákazník: Razítko/podpis	Stavební dozor/architekt: Razítko/podpis	Topenářská společnost: Razítko/podpis
Místo, datum	Místo, datum	Místo, datum



Účinnost systému Geocore BATISO je zaručena řadou speciálních vlastností, mezi které patří:

- Moduly, vždy smontované ve výrobě, vybavené trubkami Geocore pro hladkou instalaci a rychlý postup výstavby
- Vysoký výkon díky pokládce trubek v souladu se všemi příslušnými normami
- Optimalizované umístění trubek, s nebo bez patentovaných háků Geocore
- Trubka Geocore PE-Xa s vnějším ochranným pláštěm
- Patentované systémové komponenty včetně stropních trubkových prvků pro tlakové zkoušky bez poškození bednění a speciální panely pro upevnění trubek pro modulární instalaci



Rozložený pohled na betonovou desku in situ s Geocore BATISO

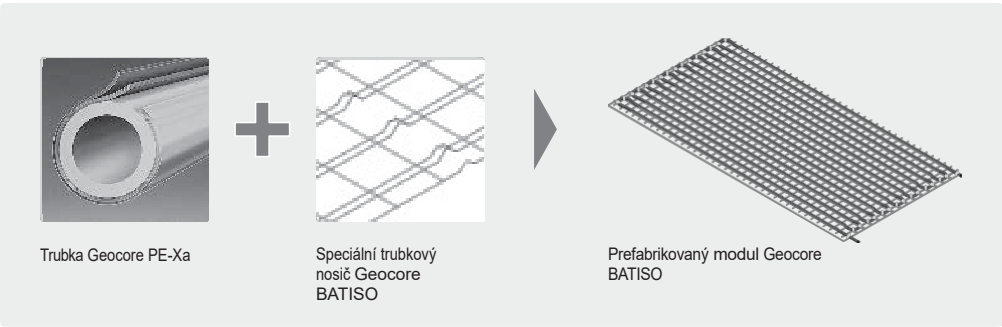
6.1 Systém Geocore BIC (Built-In Clamp)

Tato speciální podložka pro potrubí je z výroby předem vybavena trubkami Geocore.

Jedná se o lehkou podložku s příčnými dráty o průměru 4 mm a páry podélných drátů o průměru 3 mm, které obsahují trubkové spony, které drží potrubní systém Geocore v optimální instalační vzdálenosti.

Každý modul Geocore BATISO obsahuje integrované trubky pro připojení k rozvodnému potrubí nebo rozdělovači. Ve fázi návrhu jsou vhodné moduly Geocore BATISO přiřazeny ke konstrukčním prvkům, ve kterých má být použita aktivace betonového jádra.

Moduly jsou k dispozici v různých velikostech, aby vyhovovaly konkrétním podmínkám na staveništi. K dispozici jsou následující standardní šířky: 1,2 m, 1,5 m, 1,8 m, 2,1 m a 2,4 m. Délky se liší v závislosti na projektu, ale maximální délka je 13,5 m.



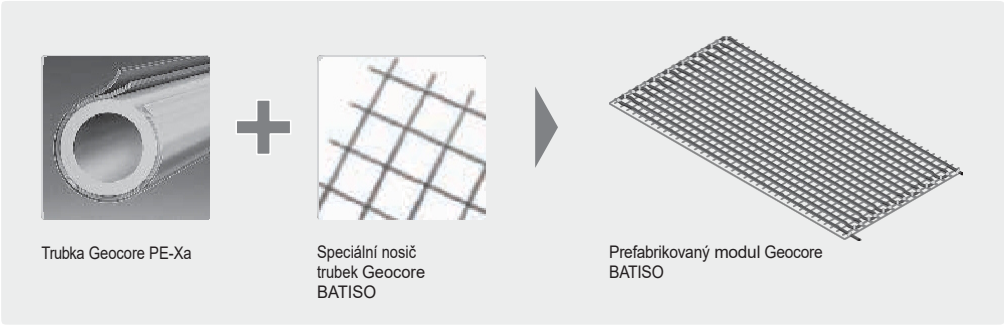
6.2 Systém Geocore Q

Trubkový nosič s dráty o průměru 5 mm v mřížce 150 x 150 mm je z výroby vybaven trubkami Geocore upevněnými v optimální instalační vzdálenosti.

Každý modul Geocore BATISO obsahuje integrované trubky pro připojení k rozvodné trubce nebo rozdělovači.

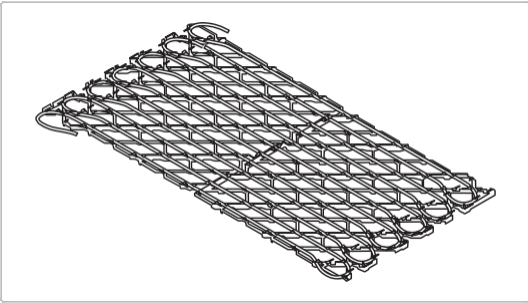
Během fáze návrhu jsou vhodné moduly BATISO přiřazeny ke konstrukčním prvkům, ve kterých má být použita aktivace betonového jádra.

Moduly jsou k dispozici v různých velikostech, aby vyhovovaly konkrétním podmínkám na staveništi.



6.3 Systém Geocore BATISO ON

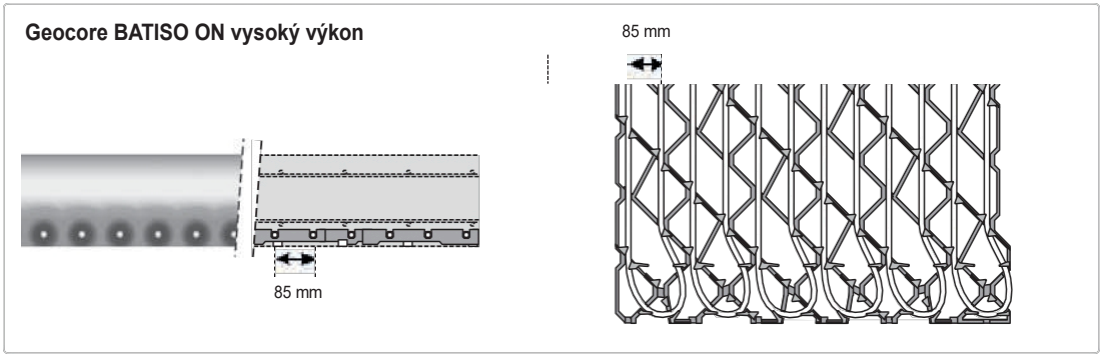
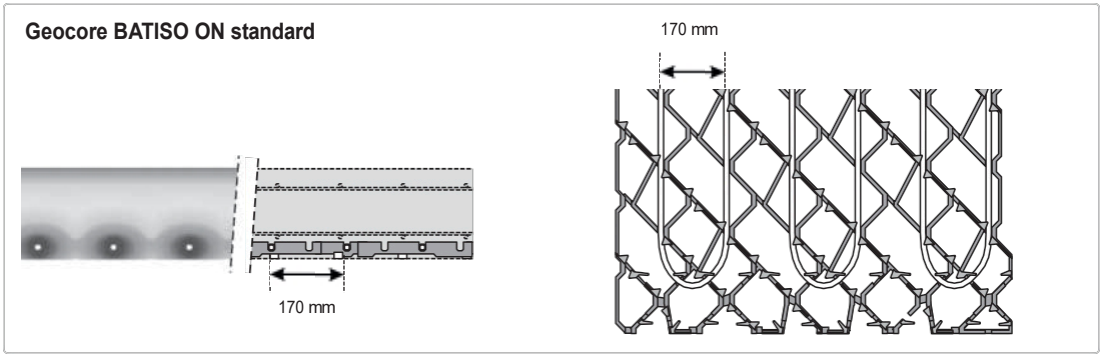
Systém aktivace betonového jádra Geocore blízko povrchu je speciálně navržen pro rychlou reakci na změny zatížení a větší požadavky na vytápění/chlazení. V budovách s klasickými systémy aktivace betonového jádra, které poskytují účinné tepelné akumulace, je systém BATISO On užitečný jako doplňkový systém s rychlou reakcí, který je schopen zvládat špičková zatížení a také umožňuje regulaci teploty v jednotlivých místnostech.



Modul Geocore BATISO ON

Plastový držák Geocore BATISO ON zaručuje, že trubky jsou instalovány přesně v požadované výšce, několik milimetrů pod povrchem stropu. Držák Geocore slouží také jako distanční vložka pro umístění spodní výztužné vrstvy.

Geocore BATISO ON je k dispozici ve standardní verzi (rozteč trubek 170 mm) určené především pro instalaci po celé ploše stropu. Kromě toho je k dispozici také vysoce výkonná verze (rozteč trubek 85 mm). Ta je určena pro oblasti kolem okrajů místnosti, kde je třeba dosáhnout vysokého výkonu na malé ploše.



Perfektní kombinace: Geocore BATISO a Geocore BATISO ON

Vzhledem k tomu, že standardní verze Geocore BATISO ON je navržena tak, aby reagovala s určitým zpožděním, vyžaduje dostupnost dostatečného množství energie pro chlazení nebo vytápění během špičkové spotřeby. Systém je vhodný pro provoz s obnovitelnými zdroji energie. Nákladově efektivní využití přírodních zdrojů chlazení je jednou z klíčových výhod technologie aktivace betonového jádra. Díky akumulační kapacitě těchto systémů je možné energii akumulovanou během noci využít během dne, kdy je budova v provozu. Kombinace systému Geocore BATISO provozovaného v noci a systému Geocore BATISO ON pokrývajícího špičkové zatížení je vysoce účinným řešením pro just-in-time regulaci klimatu během dne.



Standardní verze BATISO ON instalovaná blízko povrchu stropu na bednění

6.4 Součásti systému

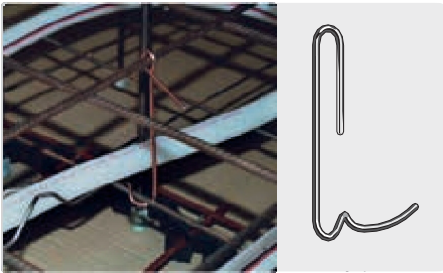
Trubky Geocore PE-Xa

Trubka PE-Xa má bariéru proti difúzi kyslíku vyrobenou z polyethylenu síťovaného peroxidem (PE-Xa) vyrobenou metodou Engel a v souladu s normou EN ISO 15875: „Plastové potrubní systémy pro instalace teplé a studené vody – Síťovaný polyethylen“ s bariérou proti difúzi kyslíku z EVOH (ethylvinylalkoholu). Trubky Geocore splňují požadavky na odolnost proti difúzi kyslíku stanovené normou DIN 4726. Jmenovitý tlak je 6 bar.



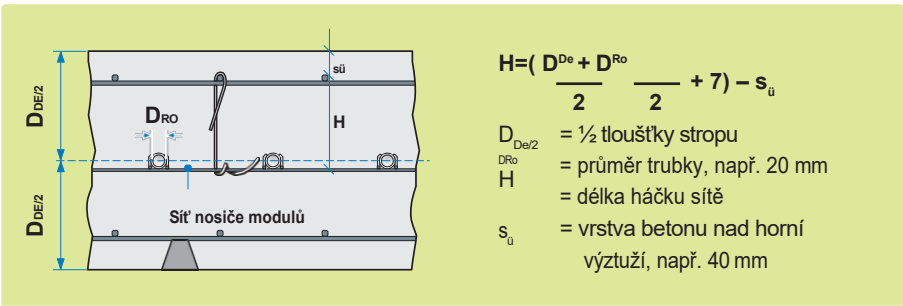
Háček Geocore BATISO

Speciálně navržený hák zajišťuje upevnění modulu ve staticky neutrální zóně stropu a zabraňuje jeho plavání na nalitém betonu. Každý modul BATISO je upevněn čtyřmi háky na m² v požadované výšce.



vertikální umístění a připevnění trubkové sítě k překrývající se výztužné ocelové konstrukci.

Výpočet polohy trubky ve středu stropu

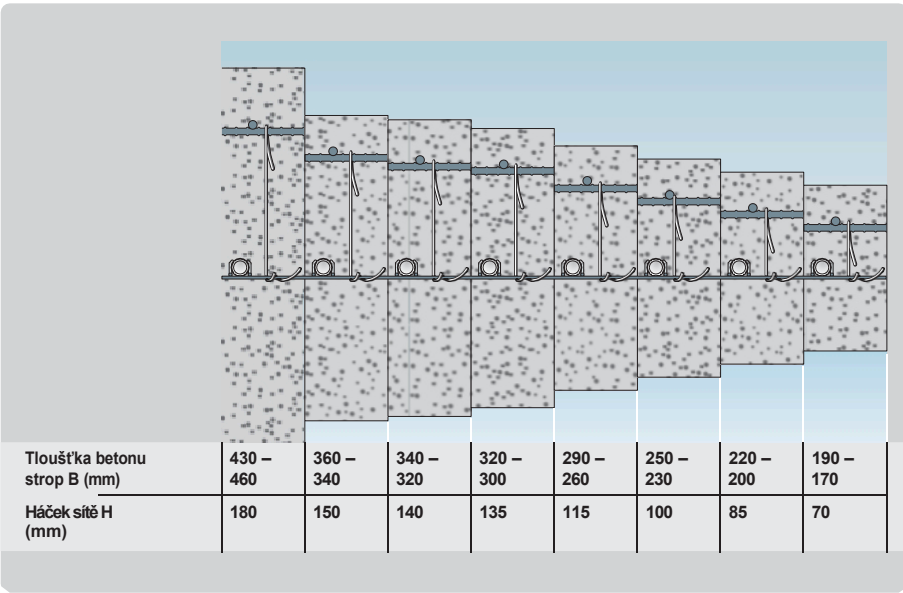


Příklad:

Tloušťka stropu = 190 mm
Průměr potrubí = 20 mm
Betonová vrstva = 40 mm
 H = 72 mm

$H = \left(\frac{190}{2} + \frac{20}{2} + 7 \right) - 40$

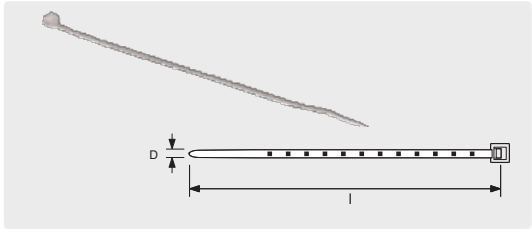
Zvolená délka háčku sítě:
 H = 70 mm



Aby bylo možné pokrýt různé tloušťky stropů, jsou háčky na síťovinu k dispozici v různých délkách od 70 mm do 780 mm.

Kabelová spona Geocore

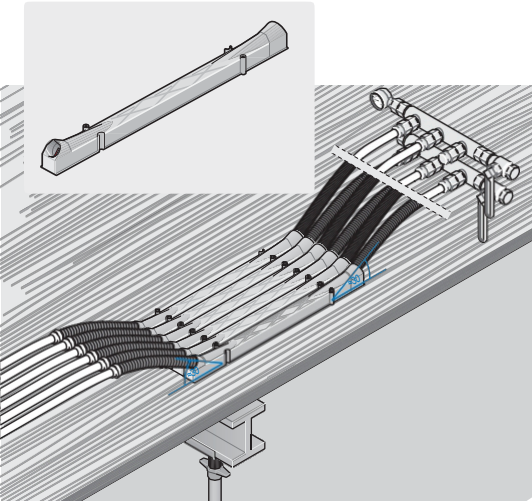
Slouží k upevnění trubek Geocore na ocelovou síťovinu. Je vyroben z polyamidu.



Průchodka potrubí Geocore BATISO pro strop

Patentovaný stropní průchodový prvek od společnosti Geocore umožňuje vést chladicí nebo topné trubky z betonového stropu do místnosti pod ním, aniž by došlo k poškození bednění. To je nezbytný předpoklad pro pronajaté bednění, které je dnes nejčastěji používaným řešením. Topné nebo chladicí okruhy lze kdykoli před betonováním, během něj nebo po něm podrobit tlakové zkoušce.

Průchodové prvky Geocore nabízejí další důležitou výhodu: pomocí této metody lze ze stropu vyvést spojovací potrubí libovolné délky pro přímé připojení bez adaptéru k jiným potrubím, včetně sběrných potrubí rozdělovače.



Průchodové prvky stropu umístěné na bednění a tlaková zkouška spojovacích potrubí BATISO

Princip

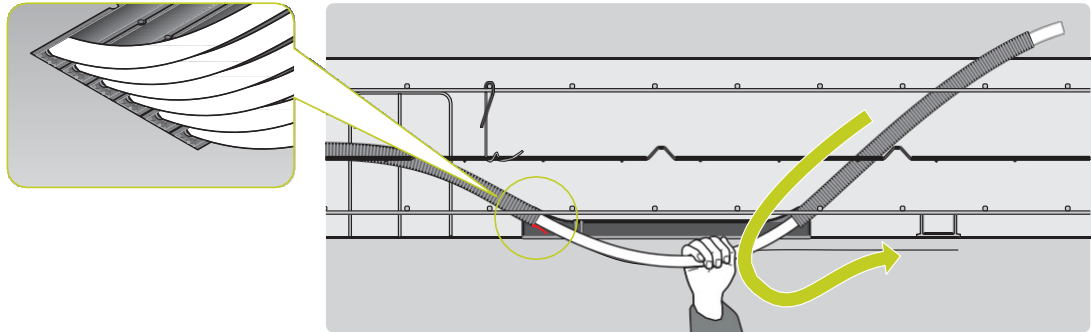
Spojovací potrubí vedoucí z jedné strany modulu je provlečeno stropním průchodovým prvkem, který je přibitý k bednění. Speciální červené jazýčky ve stropním průchodovém prvku umožňují instalátorovi určit směr průchodu potrubí, což je nezbytné pro pozdější demontáž spojovacího potrubí. Ochranné potrubí na této straně

prvek zabraňuje vniknutí betonu do potrubního systému. Na druhé straně zůstává spojovací potrubí uzavřeno v ochranném potrubí a vyčnívá nad horní hranu betonové vrstvy, takže tento konec potrubí zůstává pružný a v případě potřeby jej lze zatáhnout zpět do podlahy.

Rozměry:

- Délka: 540 mm
- Šířka: 39 mm
- Výška: 29 mm

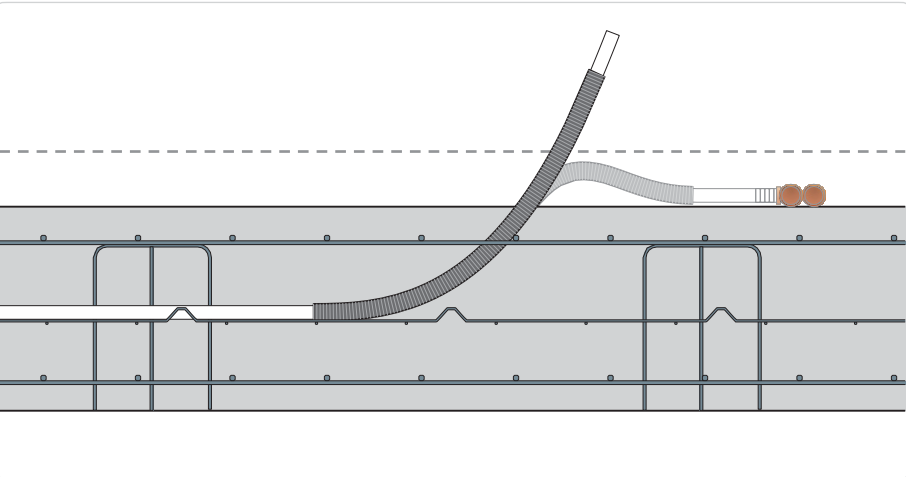
Max. výška: 57 mm (v místě připojení)



Směr toku potrubí je označen červenou záložkou v průchodovém prvku stropu

Ochranné potrubí Geocore

Pokud mají být moduly nebo chladicí/topné okruhy připojeny k rozdělovacímu potrubí/sběrné trubce instalované v dvojité podlaze, je ochranná trubka Geocore ideálním řešením pro instalaci spojovacího potrubí směrem nahoru z holé betonové podlahy. Chrání tak trubku Geocore PE-Xa v místě, kde vystupuje z betonu. Ochranná trubka je flexibilní, takže spojovací potrubí lze připojit v horizontální poloze i ve velmi stísněném prostoru.



Možnosti instalace rozdělovacího potrubí: přímo na podlahovou konstrukci

Plastová podpěra ohybu Geocore

Pokud mají být moduly nebo chladicí/topné okruhy připojeny k rozdělovači umístěnému nad aktivovanou podlahou, je třeba použít plastovou podpěru Geocore fix bend, která umožňuje ohyb potrubí o 90°.



6.5 Systémové příslušenství

Geocore BATISO TS termální objímka



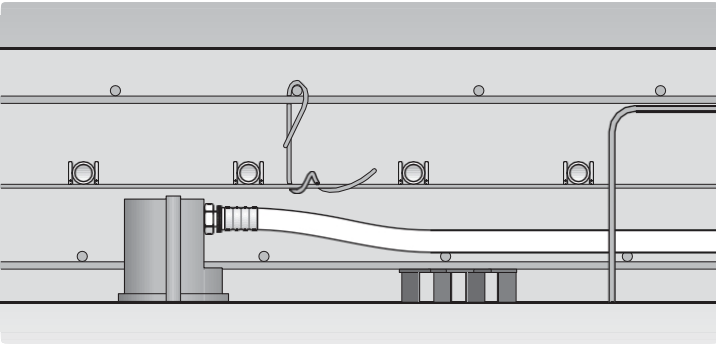
- Hlavní výhody**
- Možnost dodatečného zajištění tepelné energie
 - Flexibilita pro pozdější změnu využití/plánování místnosti
 - Odložení uvedení do provozu bez nutnosti vypouštění systému

Doporučeno pro:
Doplněk k systému Geocore BATISO, kde může být zvýšená potřeba chlazení v určitých částech budovy

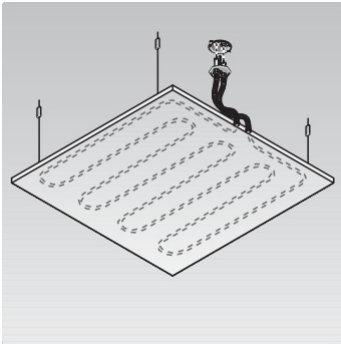
Geocore BATISO TS rozšiřuje systém aktivace betonového jádra o tepelnou zásuvku, která umožňuje připojení dalších externích prvků pro chlazení/vytápění nebo špičkové zatížení, které lze volně zavěsit na strop.

K připojení termální zásuvky mimo betonový strop je nutná adaptérní zástrčka (příslušenství dostupné od společnosti Geocore). Zásuvka Geocore BATISO TS se montuje přímo na stropní bednění a poté se zalije do betonu

společně s rozvodnými potrubími. Systém je vybaven automatickým uzavíracím zařízením, takže zásuvku lze kdykoli uvést do provozu s adaptérem, aniž by bylo nutné vypouštět potrubí.



Instalovaná zásuvka Geocore BATISO TS – řezový výkres



Pohled ze spodní strany: Samostatný prvek pro špičkové zatížení s připojovacím adaptérem BATISO TS



Pohled ze spodní strany na zapuštěnou zásuvku



Pohled ze spodní strany, montážní deska odstraněna



Pohled ze spodní strany, připojený spojovací adaptér

Geocore BATISO TS

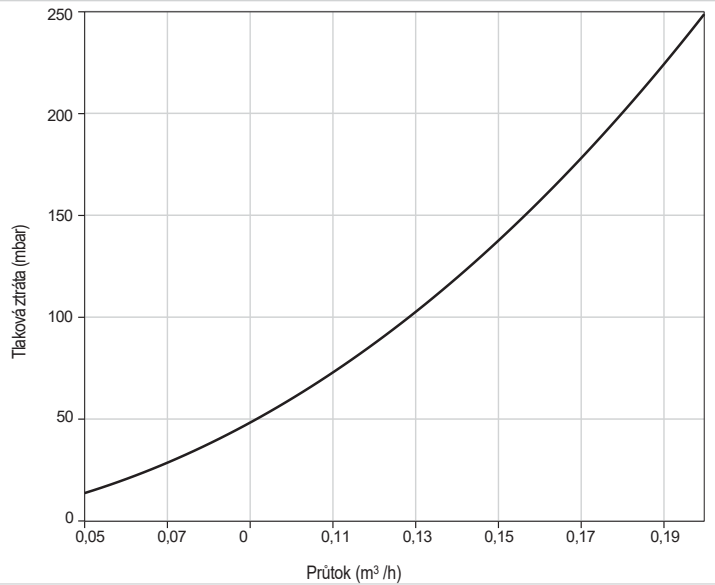
Volitelný chladicí/topný výkon

↑ ↓

Přibližně 200 kg/h nebo 850 W/jednotka při rozložení systémů 4 K

Tlaková ztráta: tepelná zásuvka

Obvykle se délky okruhů pro aktivaci betonového jádra volí na základě tlakové ztráty max. 350 mbar. Aby byla zajištěna dostatečná rezerva pro tlakové ztráty vznikající v propojovacích vedeních pro termální zásuvky a připojené sálavé stropní panely, měl by být objemový průtok mezi 0,15 a 0,16 m³/h, aby se zabránilo poklesu tlaku uvnitř zásuvky o více než přibližně 150 mbar.



Hydraulická integrace

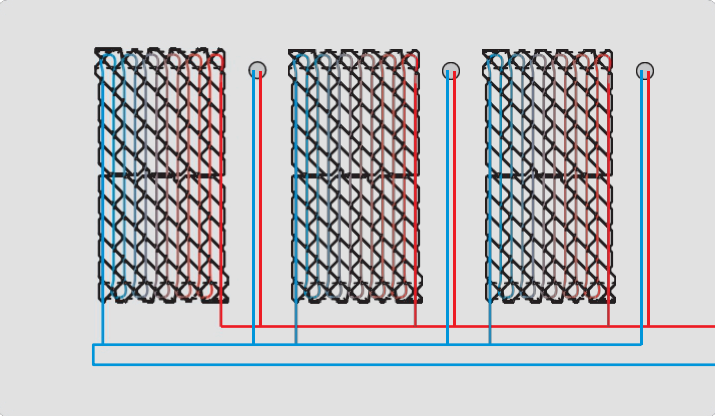
Tepelné zásuvky lze k systému připojit několika různými způsoby. Pokud je vyžadován pouze minimální přídatný výkon a zásuvky lze provozovat společně s

aktivace betonového jádra, jsou připojeny ke stejnému přívodnímu potrubí (dvouhadicový systém) jako aktivace betonového jádra. Obvykle je však požadovaný dodatečný výkon vyšší, nebo má být zásuvka provozována v době, kdy není aktivace betonového jádra používána.

aktivace jádra není používána. V tomto případě by zásuvky měly být vybaveny alespoň samostatným přívodním potrubím a společným zpětným potrubím (třípotrubní systém). Alternativně mohou být zásuvky provozovány prostřednictvím zcela samostatného okruhu (čtyřpotrubní systém).

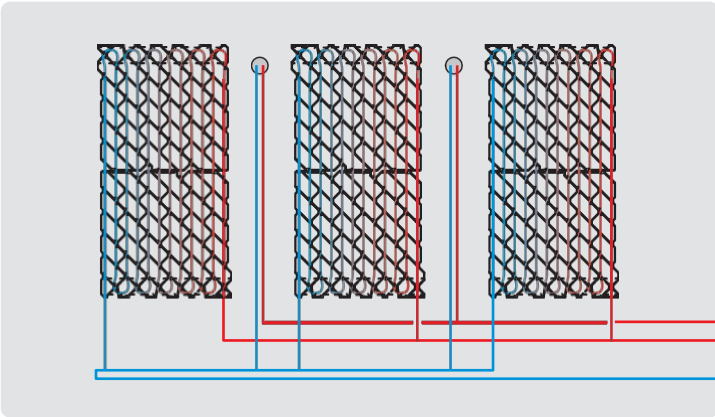
Dvouprůtokový systém

Ve dvoutrubkových systémech sdílejí termální zásuvky a moduly BATISO přívodní a vratnou trubku. Jedná se o nákladově efektivní řešení, protože vyžaduje méně materiálu a práce. Tento typ okruhu je však vhodný pouze pro budovy, kde mají být zásuvky a moduly provozovány současně a se stejnou teplotou systému.



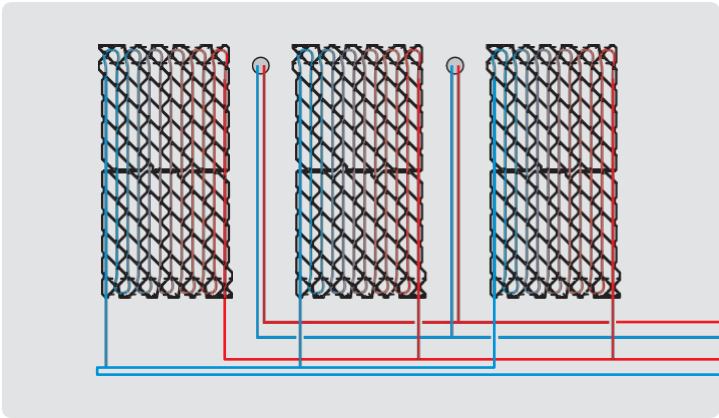
Třípotrubní systém

V třípotrubních systémech jsou termální zásuvky a moduly BATISO napájeny chladicí/topnou energií prostřednictvím samostatných přívodních potrubí, ale sdílejí zpětné potrubí. Tento typ systému je vhodný zejména pro instalace, kde mají být zásuvka a topné/chladicí registry provozovány v různých časech. Komponenty však zůstávají hydraulicky propojeny.



Čtyřtrubkový systém

Ve čtyřtrubkových systémech jsou okruhy pro termální zásuvku a moduly BATISO od sebe zcela oddělené. Tento systém je nejdražší, protože vyžaduje více materiálu a další práci. Má však tu výhodu, že termální zásuvku a moduly BATISO lze regulovat a ovládat nezávisle na sobě.



Geocore Velum

Stropní panely Geocore velum pro vytápění a chlazení kombinují vysoký chladicí výkon s komfortem bez průvanu. Absorbují zvuk a odrážejí rozptýlené světlo na pracovní plochu. Jejich elegantní a kompaktní design splňuje vysoké architektonické standardy a perfektně zapadá do moderního kancelářského prostředí.

Díky termálnímu zásuvnému systému Geocore BATISO jsou panely Geocore velum ideální pro použití v kombinaci se systémy BATISO v budovách s vysokým zatížením chlazením. Díky zvukově izolačním prvkům integrovaným do panelů přispívají ke zlepšení akustického komfortu v místnostech, kde jsou instalovány.



Technické vlastnosti	
Rozměry	1200 x 600 / 1200 x 800 / 1600 x 800
Kazeta	Perforovaný pozinkovaný ocelový plech
Závěsná konstrukce	Volně zavěšená
Barva	Bílá RAL 9010
Profil pro vedení tepla	Extrudovaný hliník
Trubka	Měděná trubka 12 mm
Armatury	Ohebná hadice
Zvuková absorpce podle DIN EN ISO 354	Alpha_w přibližně 0,8
Chladicí výkon podle EN 14240 (8K)	cca 100 W/m²
Topný výkon podle EN 14037 (15K)	cca 150 W/m²

Výhody

- Extrémně plochý design
- Vysoký chladicí výkon
- Vynikající akustika místnosti díky integrovaným prvkům pohlcujícím zvuk
- Ideální pro všechny požadavky na komfort v místnosti od BATISO a baldachýnový systém

Ovládání a provoz

7.1 Základy

V zásadě vyžaduje systém TABS, tj. využití tepelně aktivované stavební konstrukce k dosažení lepší rovnoměrnosti teploty v místnosti, pouze jednoduché ovládání. Hlavní rozdíl oproti konvenčním systémům vytápění a chlazení spočívá ve využití velké tepelné hmotnosti budovy k akumulaci energie a tím k výměně tepla. To umožňuje používat mnohem nižší teplotu pro vytápění a mnohem vyšší teplotu pro chlazení.

V případě průměrných teplot vody (20–24 °C), které se pohybují v rozmezí cílových pokojových teplot (22–24 °C), systém téměř

samotné řízení. Tento samoregulační efekt lze vysvětlit následujícím příkladem: trvalá teplota přívodu 22 °C umožňuje obrovské tepelné akumulace. Pokud pokojová teplota překročí tuto hodnotu, betonová hmota odebírá teplo z místnosti. Pokud pokojová teplota klesne pod nastavenou hodnotu 22 °C, teplo se přenese do místnosti.

Bohužel tento efekt často nestačí pro energeticky efektivnější budovu s optimalizovaným zatížením a regulovanou teplotou. Vzhledem k malým teplotním rozdílům mezi povrchem aktivní

a místnosti se vyměňuje pouze omezené množství tepla. Čerpadla pracují nepřetržitě, což znamená neustálou spotřebu energie.

Souhmně lze říci, že z následujících důvodů je nutná určitá forma regulace:

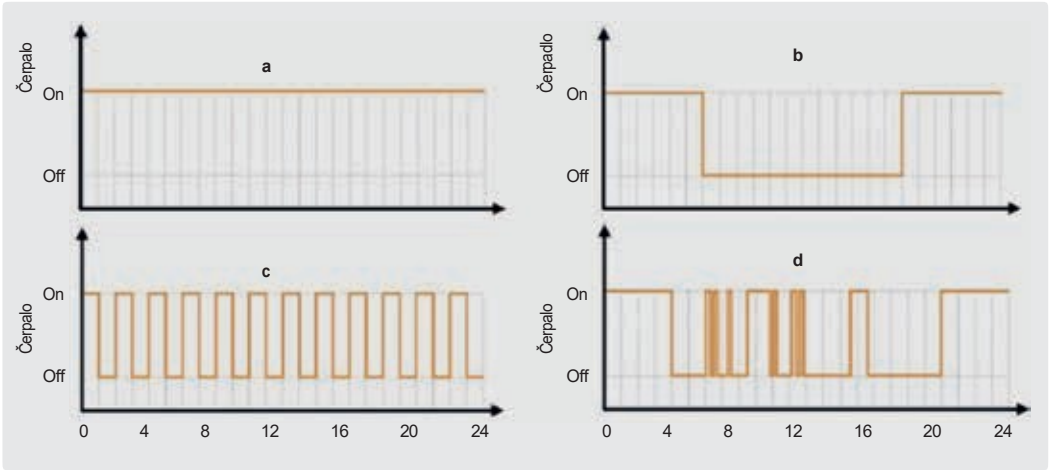
- Zvýšení výkonu díky nižším nebo vyšším teplotám vody teploty
- Schopnost zabránit kondenzaci způsobené nižšími teplotami vody teploty
- Úprava provozních sekvencí, zejména z důvodu úspory energie úspory energie

7.1.1 Provozní režimy

Režim provozu systému TABS závisí na zvolené regulační strategii. Ta definuje načasování a délku zatížení systému TABS a

vykládání, a tím i provoz čerpadla. Celkový řídicí systém by však měl také nabízet možnost upravit

teploty a/nebo množství vody (hmotnostního průtoku). Toto bude popsáno v následující kapitole.



Různé provozní režimy pro TABS a) Nepřetržitý provoz čerpadla b) Provoz ve dne i v noci c) Kontinuální přerušovaný provoz čerpadla d) Nepřetržitý přerušovaný provoz čerpadla

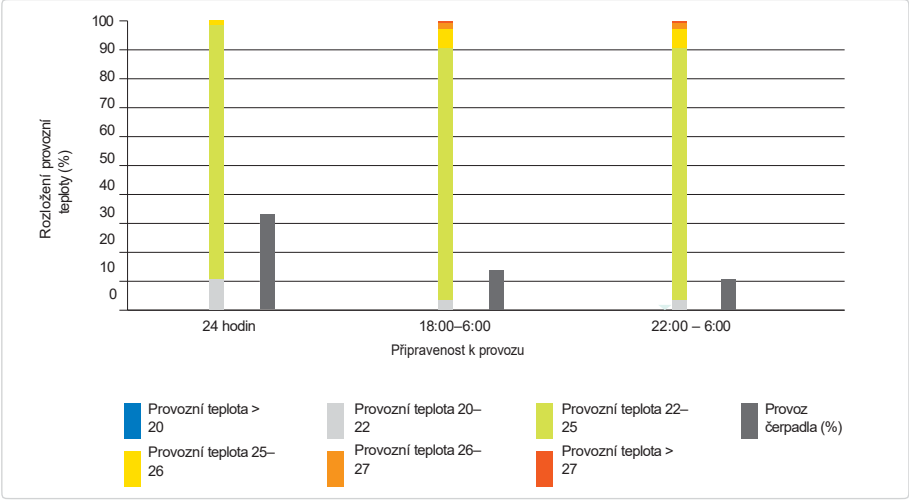
Řízení provozních hodin

Jednou z výhod systému TABS je, že v mnoha případech je aktivní chlazení nutné pouze po část dne. Může být výhodné provozovat systém Geocore BATISO pouze mimo dobu, kdy je budova obsazena. V takovém

případě je možné využít levnější noční sazby za elektřinu pro chladicí kompresory nebo volné chlazení díky nižším nočním teplotám. Kromě toho, pokud je nutné dodatečné chlazení pomocí klimatizace

Při použití tohoto systému nemusí být chladič dimenzován na celkový výkon systému (aktivace betonového jádra + klimatizační systém), ale pouze na sníženou špičkovou spotřebu.

Níže uvedený diagram ukazuje výsledky simulace s 24hodinovou dostupností systému pro provoz ve srovnání se sníženou dostupností systému pro provoz



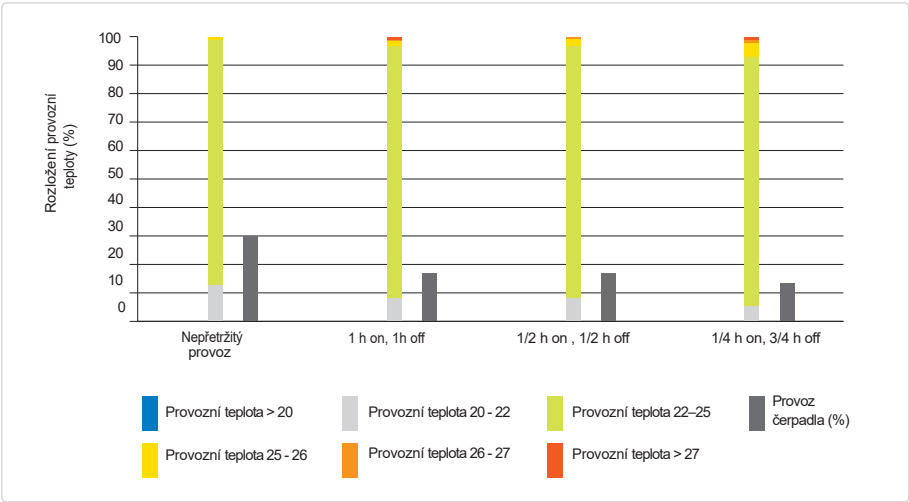
Květen až září – regulace průměrné teploty vody na základě vnější teploty

Přerušovaný provoz

Studie ukazují, že je možné provozovat cirkulační čerpadla přerušovaně (vypnutá po dobu 45 min. nebo 30 minut každou hodinu) bez významného snížení celkového výkonu. Na základě dynamických simulací lze použít následující

mezi 18:00 a 6:00 nebo 22:00 a 6:00. Při kratších provozních dobách jsou teploty v místnosti jen mírně vyšší, ale úspory energie čerpadla jsou značné.

následující tabulka ukazuje, že frekvenční rozložení pokojové teploty pro stanovené teplotní intervaly je téměř identické ve všech čtyřech případech, ačkoli spotřeba energie čerpadel je mnohem nižší, pokud jsou čerpadla provozována přerušovaně.



Květen až září – regulace teploty průtoku v závislosti na teplotě rosného bodu na základě 24hodinové provozní pohotovosti

V těchto studiích byl systém v provozu po dobu 24 hodin a ve všech případech byla teplota přívodu regulována na základě rosného bodu. Při kratších dobách provozu (v noci) a vyšších teplotách vody nemusí přerušovaný provoz čerpadla poskytovat požadovaný chladicí výkon. V závislosti na struktuře podlahy je výkon prakticky identický, pokud je průtok vody zastaven na 30 minut nebo 45 minut za hodinu. Když je čerpadlo vypnuté, teplo uložené v betonu bude i nadále proudit do chladnějších oblastí kolem potrubí. Jakmile je průtok vody znovu zapnutý, chladicí výkon bude

dočasně vzroste kvůli většímu teplotnímu rozdílu mezi vodou a betonem. Vzhledem k setrvačnosti systému však takové výkyvy výkonu nemají žádný vliv na příslušné povrchy. Chladicí výkon proto zůstává nezměněn a narušení odvodu tepla nemá prakticky žádný vliv na teplotu v místnosti. Aby byla teplota proudící vody co nejvyšší, je systém Geocore BATISO navržen pro malý teplotní rozdíl (přibližně 4 K). Při velmi malých teplotních rozdílech (< 1 až 2 K) lze snížit množství vody nebo zastavit čerpadla.

7.1.2 Provozní teplota Regulace

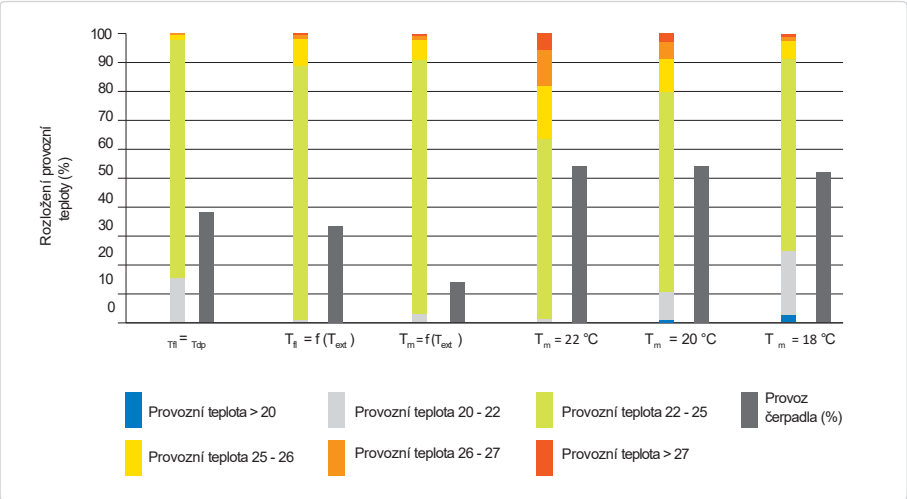
teploty vody

Podle níže uvedeného diagramu je nejvhodnější volbou regulace průměrné teploty vody.

Pokud se jako regulační parametr použije průměrná teplota vody (průměr mezi teplotou přívodu a zpětného toku), vyšší chladičí zatížení (sluneční záření, obyvatelé) a tedy vyšší teplota zpětného toku vedou k „automatickému“ snížení teploty průtoku, aby se udržela konstantní průměrná teplota vody. Pokud se však jako regulační parametr použije teplota přívodu, průměrná teplota vody stoupne, což povede ke snížení výkonu. Cílová hodnota průměrné teploty vody může být nastavena na konstantní hodnotu v závislosti na ročním období (zima/léto). Jako regulační parametr je také možné použít vnější teplotu na základě křivky vytápění/chlazení.

V tomto případě je sklon křivky vytápění/chlazení velmi mírný. Do regulačního algoritmu lze zahrnout také teplotu v místnosti.

Následující diagram ukazuje výsledky simulace s dostupností systému pro provoz mezi 18:00 a 6:00. Regulace teploty přívodu na základě vnější teploty vede k téměř stejnému rozložení pokojové teploty jako regulace na základě průměrné teploty vody, i když spotřeba energie čerpadla je mnohem vyšší. V simulovaném případě (kancelářská budova v Německu) vede konstantní průměrná teplota vody 18 °C pravidelně k přílišnému ochlazení místnosti, zatímco při 22 °C má místnost tendenci se přehřívat. Regulace na základě vnější teploty proto zlepšuje komfort.



Květen až září – různé strategie řízení na základě připravenosti k provozu mezi 18:00 a 6:00

7.1.3 Zónování TABS

Obecně nemá smysl ovládat jednotlivé místnosti pomocí systému TABS. Smysl však má adekvátní zónování. V mnoha případech je pro optimální ovládání systému TABS užitečné a nutné rozdělit budovu na různé zóny TABS. Je třeba věnovat pozornost vnitřním a vnějším zátěžím v místnostech: pokud je rozdíl příliš velký, doporučuje se rozdělení na zóny. Zvláště důležité jsou následující parametry:

Vnější zátěže:

- Orientace místnosti (jih, východ, západ, sever)
- Plocha oken podle orientace
- Umístění místnosti (rohová místnost nebo vnitřní prostor)
- Stínování slunečního záření jinými budovami nebo stromy
- Různá tepelná izolace stěn

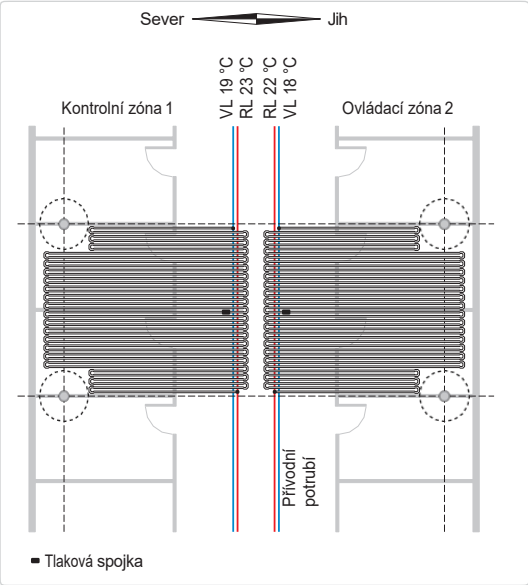
Vnitřní zatížení:

- Tepelná hmotnost v místnosti: vybavení místnosti, police, stoly atd.
- Různé konstrukce stěn (lehká, masivní konstrukce)
- Obsazenost pokojů: počet osob v pokoji a délka pobytu
- Elektrická zařízení, jako jsou počítače, lampy, tiskárny atd.
- Různé požadavky na komfort: v případě, že se v jedné budově nacházejí kanceláře a serverovny s odlišnými požadavky na komfort, měla by být pro každou z nich zřízena samostatná zóna

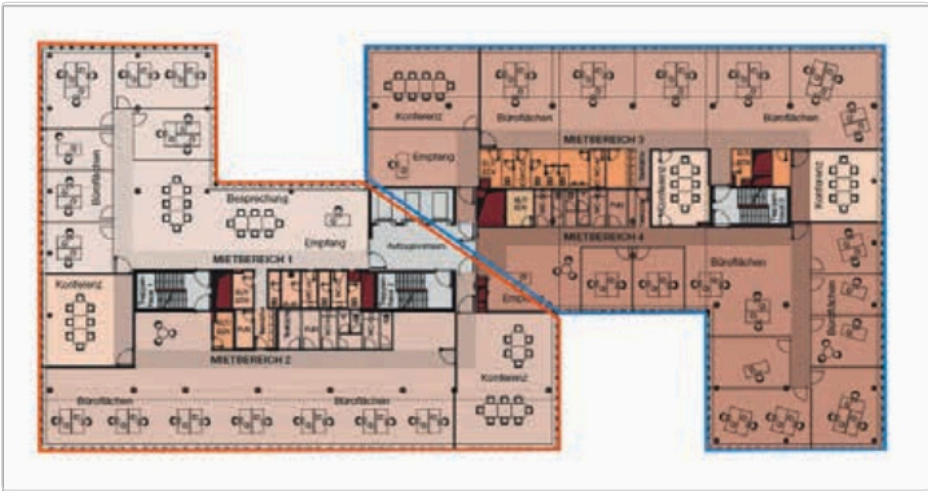
Zónování by mělo zohledňovat nejen rozdíly v slunečním záření (sever-jih, východ-západ), ale také rozdíly ve vnitřních zátěžích (osoby v místnosti, osvětlení, zařízení) a ztráty při přenosu v zimě (rohové místnosti). Obecně by měla existovat možnost optimalizace nebo úpravy parametrů řízení po uvedení do provozu a během každodenního provozu.

Důležité konstrukční doporučení:

- Řídicí software musí nabízet možnost úprav a optimalizace. Všechny parametry, stejně jako časové a teplotní intervaly by proto měly být dostupné jako uživatelské vstupy, nikoli naprogramované jako pevné hodnoty
- Upozorňujeme, že individuální regulace místností pomocí TABS obecně nemá smysl. Pro skupiny Prostory s různými chladičími zátěžemi (sluneční záření, orientace, vnitřní zátěže) je vhodné rozdělit do zón. Různé zóny lze tak regulovat nezávisle na sobě.



Instalace modulu s regulačními zónami (určeno pro jižní polokouli)



Výše uvedený ilustrativní půdorys kancelářské budovy v Hamburku vybavené systémem TABS ukazuje, že zónování budovy závisí na skutečné geometrii budovy, její orientaci, využití různých prostor a souvisejících vnitřních a vnějších zátěžích.

7.1.4 Hydraulika TABS

Existuje mnoho způsobů, jak zkonstruovat hydrauliku pro systém TABS. Nejběžnější hydraulické varianty lze rozdělit do tří kategorií:

- Varianta se dvěma rozvodnými potrubími
- Varianta se třemi rozvodnými potrubími
- Varianta se čtyřmi rozvodnými vedeními

Výběr a správné dimenzování hydrauliky je velmi důležité pro správnou funkci. Je nutné nejen určit, kolik různých klimatizovaných zón bude v budově, ale také jak efektivní je celý systém a zda lze realizovat pouze vytápění nebo chlazení, nebo obojí současně, ale v různých zónách. Tak například zóna 1 může být chlazena (v případě vysokého vnitřního zatížení, jako je tomu v serverovnách) a zóna 2 může být současně vytápěna (běžné kancelářské prostory v zimě). Varianty se dvěma rozvodnými potrubími mají nevýhodu v tom, že je lze použít pouze pro chlazení nebo vytápění. Se třemi rozvodnými potrubími lze současně dodávat teplou a studenou vodu.

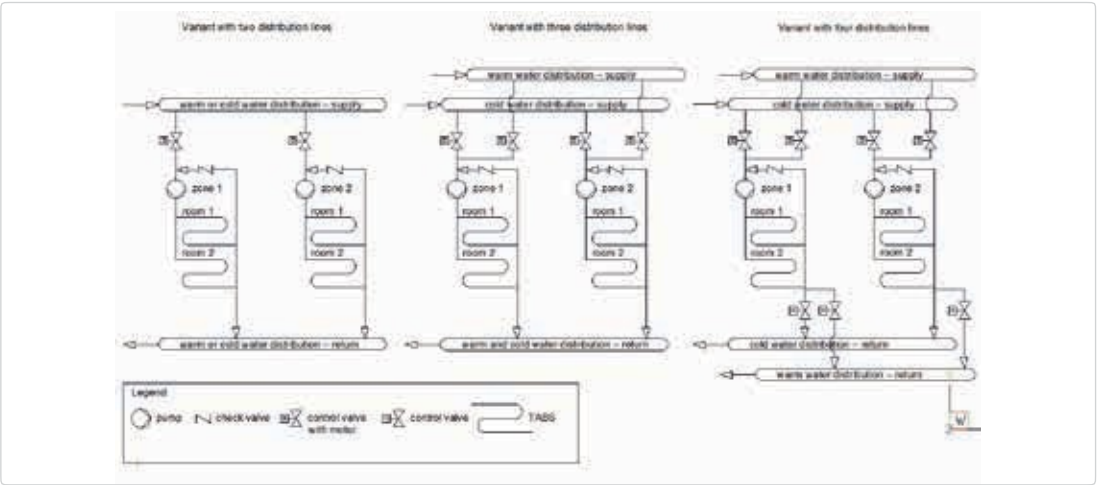
Volba systému se třemi rozvodnými potrubími znamená, že smíchání bude nevyhnutelné.

Ve srovnání se třemi rozvodnými potrubími mají čtyři rozvodná potrubí tu výhodu, že mají oddělené zpětné potrubí pro teplou a studenou vodu. Niže uvedený diagram znázorňuje tři typy hydraulických variant. Zónové čerpadlo může být buď plynule regulovatelné, vícestupňové, nebo použité

jako dvoustupňové čerpadlo. Regulační ventil v přívodu zajišťuje definovanou teplotu průtoku. Zpátečka zóny se mísí s přívodem zóny. Zpětný ventil zabraňuje nesprávné cirkulaci. Se čtyřmi rozvodnými potrubími jsou v zpátečce zóny další regulační ventily, takže zpátečku každé zóny lze přiřadit ke studené nebo teplé zpátečce.

Tři nebo čtyři distribuční systémy mají každý své výhody a nevýhody. Jedním z rozhodujících faktorů, které je třeba zvážit, jsou zisky a ztráty ze smíchání: volba systému se třemi distribučními linkami znamená, že smíchání bude nevyhnutelné. Tři distribuční linky by tedy měly být zvoleny v případě, že zisky ze smíchání jsou vyšší než ztráty ze smíchání. Na druhou stranu, se čtyřmi distribučními linkami nelze využít zisky, ale alespoň nedochází ke ztrátám mícháním. Kromě zisků nebo ztrát mícháním, které lze využít nebo se jim vyhnout, představují investiční náklady další důležitý faktor, který je třeba zohlednit při výběru konfigurace systému: systém se čtyřmi distribučními linkami vyžaduje vyšší investiční náklady.

Shmuto: výhody konfigurace se třemi nebo čtyřmi distribučními linkami by měly být ve fázi návrhu zváženy ve vztahu k souvisejícím investičním nákladům a ideálně vypočítány pomocí podpůrných simulací.



7.1.5 Senzory

Pro účely regulace by měly být nainstalovány následující senzory (pro každou zónu):

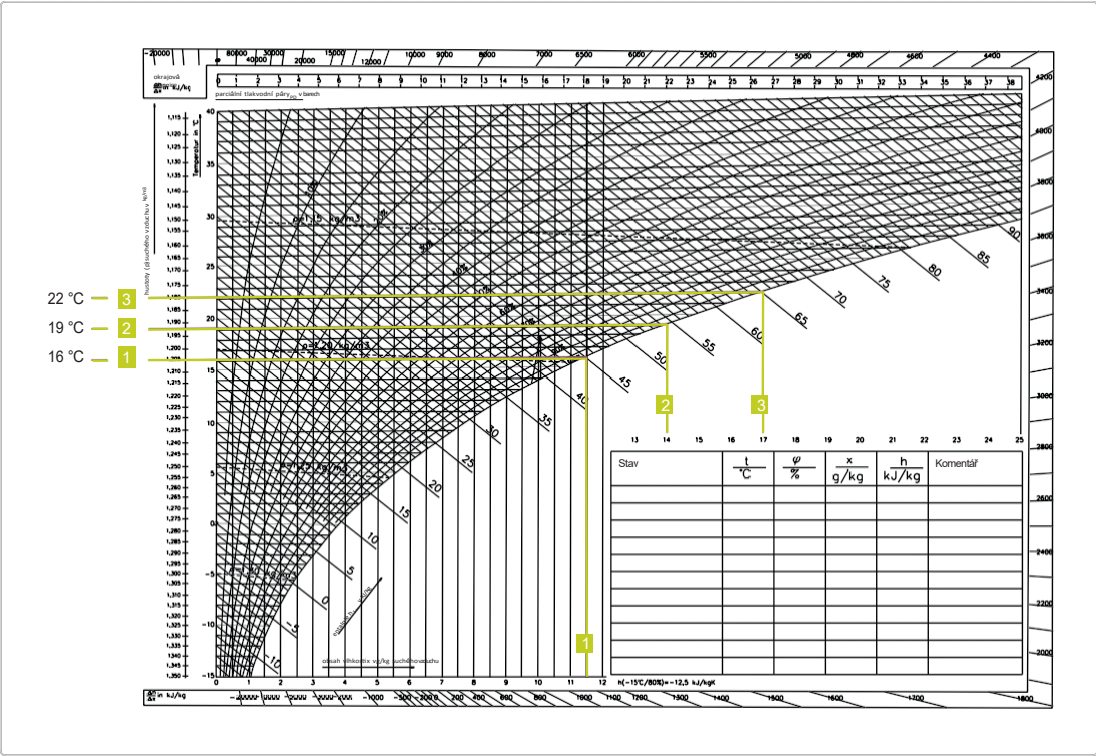
- Externí teplotní senzor
- Snímač teploty přívodu
- Volitelně: snímač teploty vratné vody
- Volitelně: snímač teploty v místnosti
- Volitelně: snímač vlhkosti (relativní nebo absolutní)

Senzor teploty stropu nebo podlahy může být užitečný pro omezení příslušné teploty na minimální a/nebo maximální hodnotu nebo pro zařazení do řídicího algoritmu.

7.1.6 Ochrana proti kondenzaci

Pokud se pro chlazení používají sálavé systémy, je důležité omezit povrchovou nebo vodní teplotu, aby se zabránilo kondenzaci. Jednou z možností je stanovit minimální teplotu průtoku v závislosti na rosném bodu

teploty řízené místnosti, tj. v závislosti na absolutní vlhkosti v daném prostoru. V mnoha aplikacích jsou systémy povrchového vytápění/chlazení kombinovány s mechanickým ventilačním systémem.



h-x (Mollierův) diagram pro vlhký vzduch při 1 baru

Vzduch může být v případě potřeby odvlhčován pomocí ventilačního systému, aby se zabránilo kondenzaci. Senzory vlhkosti mohou být instalovány ve výfukovém potrubí. (Podle evropské normy EN 15251 (a ASHRAE) je horní komfortní hranice pro obsah vlhkosti ve vzduchu 12,5 g vody/kg suchého vzduchu a 65 % relativní vlhkosti. To odpovídá teplotě rosného bodu 17 °C; DIN 1946-2, VDI3804: 11,5 g/kg -> 16 °C teplota rosného bodu)

hodnoty nižší než v Mannheimu, proto lze tyto hodnoty použít jako orientační. Teplota vnějšího rosného bodu zřídka stoupá nad 19 °C. V průběhu dne zůstává obsah vlhkosti téměř konstantní. Relativní vlhkost se však může měnit v důsledku denních výkyvů vnější teploty. V průměru je obsah vlhkosti téměř vždy nižší než 9 g/kg (rosný bod 13 °C).

Vlhkost uvnitř budovy závisí nejen na obsahu vlhkosti ve vnějším vzduchu. Vnitřní zdroje vlhkosti (například obyvatelé nebo rostliny) mohou být velmi významné. Při předpokládané emisi vodní páry 70 g/h na osobu při teplotě 26 °C a ventilaci 25 m³/h na osobu a malý přídavek pro další zdroje vlhkosti, absolutní vlhkost se zvýší o 3 g/kg.

- 1 Klimatizační systém s možností odvlhčování může zajistit dodržení těchto hodnot. Tím se zabrání zvýšení teploty rosného bodu nad 17 °C (16 °C) a nedochází ke kondenzaci.
- 2 Pokud není použito žádné ventilační zařízení, závisí vlhkost v budově v první řadě na vnější vlhkosti. Například ve většině německých regionů jsou

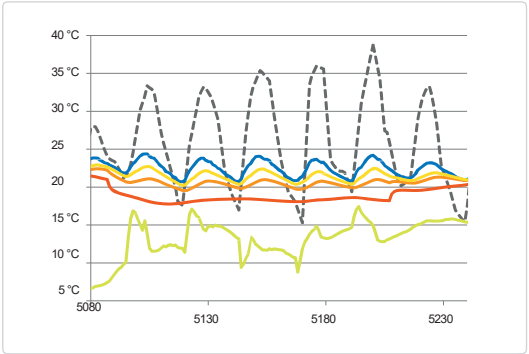
3 Při teplotě stropu 22 °C je obsah nasycené vlhkosti 17 g/kg, a kritický obsah vnější vlhkosti je tedy 14 g/kg. To znamená, že teplota rosného bodu je překročena pouze u 22 z 8 760 hodin ročně. V zasedacích místnostech s vysokou vlhkostí může být vhodné instalovat (lokální) odvlhčovací zařízení.

Omezení teploty průtoku na základě teploty rosného bodu pomocí regulátoru vede k mírně vyšším teplotám vody, a tedy i teplotám stropu během teplých a vlhkých dnů. Tím se předchází riziku kondenzace. Navíc díky velké absorpční kapacitě stropů, stěn, nábytku atd. bude vlhkost v jedné části budovy stoupat jen pomalu, i když vnější vlhkost rychle stoupá nebo jsou přítomny další vnitřní zdroje vlhkosti.

- Obecná preventivní opatření k zabránění kondenzaci v extrémně vlhkých podmínkách:
- Návrh teploty proudění (povrchové teploty) (HX diagram)
 - Omezení min./max. hodnoty
 - Omezení rosného bodu (teplota s určitým posunem)
 - Regulace vlhkosti klimatizace
 - Odvlhčování, obnova vzduchu
 - Těsnost budovy/infiltrace
 - Zabraňte nekontrolovanému pronikání vlhkého vzduchu
 - Difuzéry nebo vzduchové clony v prostorách přiléhající k vchodu, které dodávají chladný odvlhčený vzduch a vytvářejí stratifikaci vzduchu
 - „Nikdozemě“ v oblastech sousedících se vchody
 - Během chladicí sezóny: řídicí sekvence pro uzavření všech souvisejících regulačních ventilů na smyčkách v blízkosti vchodů
 - Otočné dveře ve frekventovaných vchodech velkých prostor
 - Podpůrný ventilační/odvlhčovací systém, který zajišťuje rovnoměrné rozložení vzduchu v klimatizovaných prostorách
 - Izolace obvodového pláště budovy a utěsnění kolem skleněných tabulí/oken

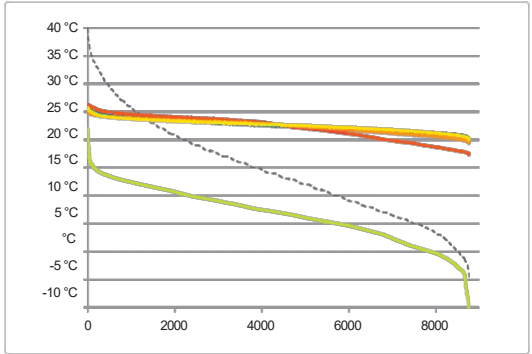
- V mnoha aplikacích jsou systémy povrchového vytápění/chlazení kombinovány s mechanickým ventilačním
- Vzduch může být odvlhčován pomocí ventilačního systému, aby se zabránilo kondenzaci a zvýšila se výkonu. Senzory vlhkosti mohou být instalovány ve výfukovém potrubí.
- Vodní prvky, které umožňují snížit teplotu vody, čímž se snižuje rychlost odpařování z a působí jako tlumič pro zvýšení vlhkosti v dané oblasti.
- Řídicí sekvence:
 - Zvýšený průtok vzduchu při zvýšené obsazenosti
 - Snížení teploty přiváděného vzduchu se zvýšením teploty rosného bodu.
 - Řízení vypnutí povrchového oběhového čerpadla
 - Regulace rosného bodu během období neobsazenosti a/nebo ranního odvlhčovacího cyklu

Příklad: Následující graf znázorňuje bezpečnostní rozpětí mezi povrchovou teplotou a rosným bodem pro otevřenou kancelář v Madridu (malá klimatizace s nekontrolovaným odvlhčováním po dobu 10 % špičkových hodin) během letního týdne. Jasně ukazuje, že s TABS nehrozí nebezpečí kondenzace, a to ani v těch nejextrémnějších dnech.



Bezpečnostní rozpětí mezi teplotou povrchu a rosným bodem

- Vnější teplota
- Provozní teplota
- TABS/Z1 přívod
- TABS/Z1 zpátečka
- Teplota stropu
- Teplota rosného bodu

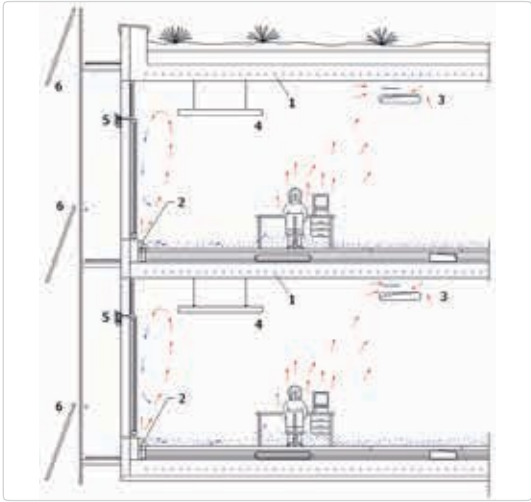


Celoroční profil poskytuje důkaz o provozu bez kondenzace

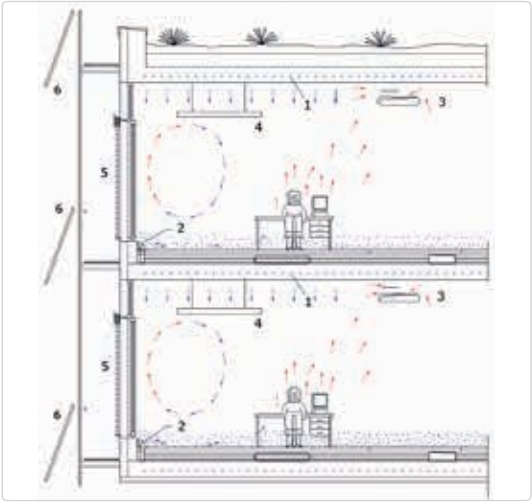
7.2 Kombinace s dalšími sekundárními systémy

Sekundární systémy se často používají v kombinaci s TABS. V části 7.1 je vysvětleno, jak se TABS kombinuje s dalším konvenčním systémem HVAC, aby se zajistilo, že nedojde ke kondenzaci. Kromě toho lze TABS kombinovat s jakýmkoli jiným systémem vytápění a/nebo chlazení, aby se zajistila dodatečná kapacita vytápění/chlazení, pokud to vyžadují dané podmínky.

Systém TABS lze například kombinovat s radiátory, aby pokryly vyšší požadavky na vytápění. V jiných případech lze systém TABS spojit s povrchovými sálavými vytápěcími/chladicími plochami integrovanými do konstrukce budovy a/nebo do zavěšených vytápěcích/chladicích panelů, aby bylo dosaženo vyššího výkonu vytápění a chlazení.



Referenční místnost: zima



Referenční místnost: léto

- 1= tepelně aktivní deska
- 2= přívod čerstvého vzduchu s lokálním vytápěním
- 3= odvod vzduchu nahore
- 4= osvětlení
- 5= stínění
- 6= fotovoltaika

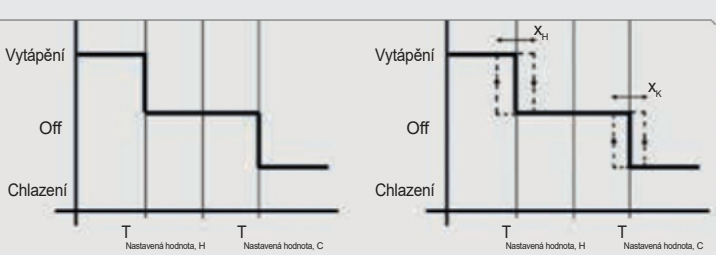
7.3 Různé konvenční strategie řízení TABS

V této části jsou představeny nejběžnější strategie řízení v mnoha budovách s TABS. Různé strategie jsou vysvětleny v obecné rovině. Seznam poskytuje přehled, ale není úplný, protože to přesahuje rámec této části.

Třístupňové řízení podle teploty v místnosti

K řízení TABS se používá třístupňové zapínání/vypínání (tříbodové řízení). Pro chlazení se čerpadlo zapne, jakmile je překročena požadovaná nastavená hodnota, a jakmile se teplota vrátí do komfortního rozsahu,

pohodlném rozmezí, opět se vypne. Teplota přívodu odpovídajícího TABS je vždy maximální možná teplota. V režimu chlazení je to teplota přívodu přibližně 17 °C a v režimu vytápění teplota přibližně 29 °C. Řízená teplota je teplota v místnosti. Obvykle se také bere v úvahu rozsah hystereze, aby se zabránilo neustálému zapínání a vypínání systému, jak je znázorněno na následujícím grafu:



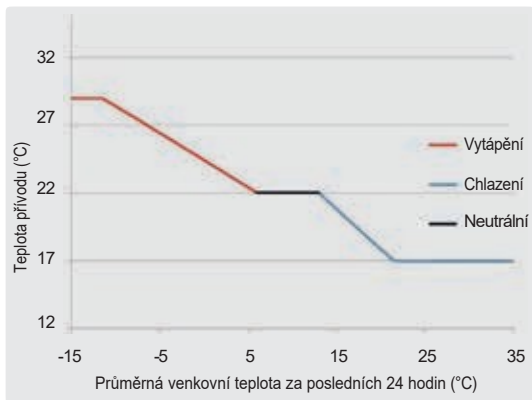
Regulace teploty přívodu jako funkce vnější teploty

Existují různé varianty této regulační strategie. Teplota přívodu TABS je však vždy funkcí naměřené vnější teploty. Doporučuje se pro budovy s potřebou vytápění i chlazení, stejně jako v kancelářských budovách pro pracovní a pracovních dnů (vnitřní zátěže se v těchto dnech výrazně liší), kde je třeba definovat různé charakteristické křivky. Tyto charakteristické křivky lze předem přizpůsobit budově pomocí vhodných návrhových nástrojů nebo dynamických simulačních programů. V pozdější fázi, během provozu, by měly být charakteristické křivky přizpůsobeny a optimalizovány na základě empirických údajů.

Dvě hlavní varianty této regulační strategie jsou:

1. Teplota přívodu je regulována na základě aktuální teploty venkovního vzduchu
2. Teplota přívodu je funkcí průměrné venkovní teploty za posledních 24 hodin

V zásadě lze také použít klouzávý průměr venkovních teplot nebo průměrné hodnoty z různých časových období jako funkci přívodní teploty. Pokud je venkovní teplota v neutrální zóně, není nutné ani chlazení, ani vytápění.



Charakteristika přívodní teploty jako funkce průměrné venkovní teploty za posledních 24 hodin

Regulace teploty zpětného vzduchu

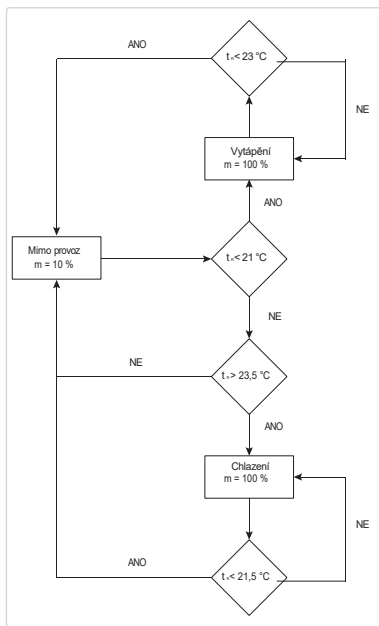
Na základě zaznamenané teploty vratné vody lze definovat skutečné energetické požadavky zóny. Lze tak zohlednit rušivé vlivy, jako je sluneční záření a vnitřní zátěž zóny. Opět se vytvoří charakteristické křivky v závislosti na venkovní teplotě pro regulaci teploty vratné vody. Varianty jsou srovnatelné s variantami regulace teploty přívodní vody.

Rozdíl mezi teplotou přívodu a zpětné teploty

V této regulační strategii se jako regulační parametr bere v úvahu rozdíl mezi teplotou přívodu a zpětného toku TABS. Čím větší je rozdíl mezi teplotou přívodu a zpětného toku, tím vyšší je výkon vzhledem ke spotřebě energie TABS. Pokud je dosaženo předem definovaného menšího rozdílu, oběhové čerpadlo se vypne. Pokud je průtok v zóně přerušen, nelze učinit žádné prohlášení ohledně teploty zpětného toku. Proto je nutné zajistit, aby cirkulace vody probíhala v pravidelných intervalech (proplachování). Pokud je regulována rychlost čerpadla, lze výrazně snížit objemový průtok, když je rozdíl mezi přívodem a zpětným tokem pod limitem. Měření skutečné teploty zpětného toku je možné bez nutnosti pulzování čerpadla.

Modulace šířky pulzu

Modulace šířky pulzu může být přiřazena k provoznímu režimu přerušovaného provozu. Jedná se o



Regulace zpětné teploty

doplňková strategie k již popsaným regulačním strategiím, a proto ji nelze použít bez jedné z výše uvedených strategií.

Cílem pulzní šířkové modulace je snížit elektrickou pomocnou energii čerpadla nebo kompenzovat různé zátěže zón. Toho je dosaženo následovně: teplotní rozdíl mezi teplotou vody a teplotou tepelně aktivované desky se zvyšuje pomocí „vypinacích fází“, a tak lze v kratším čase přenést větší množství energie ve srovnání s nepřetržitým provozem čerpadel.

7.4 Prediktivní řízení TABS

Tato část se zabývá prediktivním řízením systému TABS. Typické předvídatelné hodnoty, které lze použít v řídicích algoritmech, jsou: údaje z předpovědi počasí (teplota, sluneční záření, vlhkost, srážky atd.) a plány obsazenosti místností a předpovědi zatížení elektrických zařízení.

7.4.1 Koncepce

Čas potřebný k identifikaci změny teploty na povrchu výměníku tepla od okamžiku, kdy se změnila teplota přiváděné vody, nebo od okamžiku, kdy se zastavil hmotnostní průtok, je několik hodin. Vzhledem k velmi dlouhé reakční době je řízení pomocí konvenčního P nebo PI regulátoru omezené. Reakční doba v důsledku náhle vzniklých poruch (rychle se měnící vnitřní zátěže) je relativně vysoká. Nicméně, i když nelze očekávat rychlou změnu teploty v místnosti

vzhledem k zatížené akumulační hmotě, která působí proti němu, je žádoucí včasná proaktivní reakce na náhlé zatížení. Pokud je k dispozici spolehlivá předpověď, je výhodné jednat s předstihem, aby se omezily teplotní výkyvy. Tím je zajištěno, že je vždy zajištěna komfortní teplotní zóna. Navíc lze dosáhnout úspor energie díky lepšímu řízení zatížení a odlehčení akumulační hmoty. Prediktivní řízení TABS přesně toto realizuje. Na základě předpovědi počasí lze předem rozpoznat hlavní vnější parametry, jako je sluneční záření a okolní teplota, a zahrnout je do výpočtu vnitřního zatížení, aby bylo možné dodávat topný nebo chladicí výkon podle skutečných požadavků.

Výhody prediktivního řízení lze jasně identifikovat při srovnání s konvenčními strategiemi řízení, které zohledňují aktuální nebo minulá data:

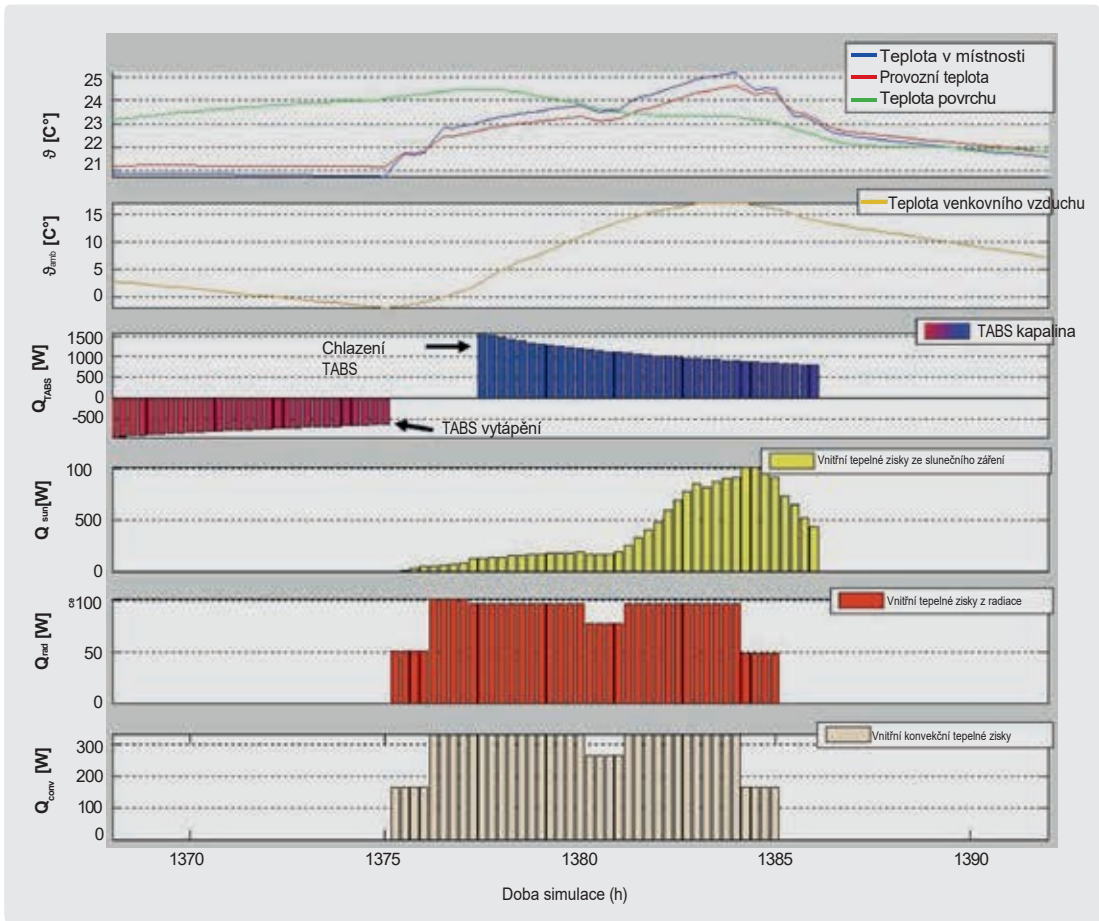


Diagram ilustruje změny teploty v místnosti, provozní teploty a povrchové teploty pomocí třístupňového řízení, které zohledňuje vnitřní a vnější zátěže.

Na základě konvenční strategie třístupňového regulátoru, jak je znázorněno na výše uvedeném schématu, jsou uvedeny typické problémy vznikající při řízení TABS.

Tento příklad ukazuje, proč je užitečný předvídavý, prediktivní režim TABS. V noci teplota v místnosti

klesne natolik, že je nižší než 21 °C, a proto se zóna TABS vytápí. Tato tepelná hmota akumuluje tepelnou energii a funguje jako zásobník, který pokračuje ve vytápění prostoru i později, když je již vytápěn vnitřním sálavým a konvekčním teplem. V důsledku toho se teplota v místnosti zvýší nad 23 °C a dochází k ochlazování.

je zapnutý. Tato série událostí ukazuje, že během jednoho dne je prostor jak vytápěn, tak ochlazován. Vnitřní zátěže, extrémní změny venkovní teploty (od teplot pod 0 °C do přibližně 15 °C) a solární zisky nelze zohlednit. To vede k zbytečně vysoké spotřebě energie. Správný návrh by eliminoval zbytečnou spotřebu energie na vytápění a chlazení způsobenou vnějšími faktory.

7.4.2 Regulace teploty přívodu v závislosti na předpovědi venkovní teploty

Nejjednodušším způsobem, jak toho dosáhnout, je rozšíření regulace teploty průtoku, jak bylo popsáno výše. Namísto regulace teploty přívodu jako funkce průměrné venkovní teploty za posledních 24 hodin se k určení teploty průtoku použije průměrná předpokládaná venkovní teplota na následujících 24 hodin.

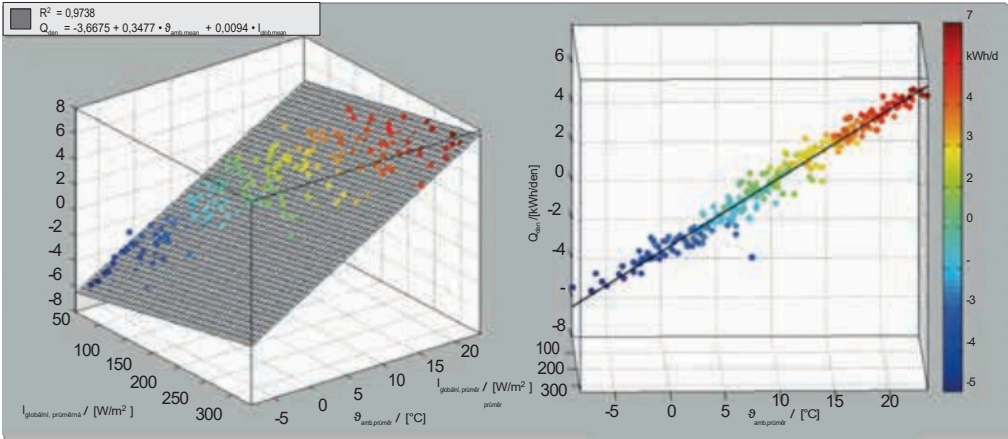
7.4.3 Vícenásobná lineární regrese

Vícečlenná lineární regrese patří do skupiny regresních analýz. Na rozdíl od lineární regrese má vícečlenná lineární regrese několik nezávislých proměnných. V případě prediktivní regulace TABS jsou to tyto

Proměnné představují hlavní vnější vlivy (např. sluneční záření, vnější teplota). Model budovy a související optimalizační postup jsou shrnuty v této regresi. Zde uvedená metoda byla vyvinuta Univerzitou v Offenburgu. Proces byl zkoumán nejen simulací, ale také v praxi. Následující část je založena na praktických zkušenostech s prediktivním řízením TABS.

Pro regresi se jako nezávislé proměnné používají průměrná předpovězená vnější teplota a průměrné předpovězené sluneční záření k výpočtu závislé energetické spotřeby pro pokojovou teplotu 22 °C. Neznámé koeficienty regresní roviny se určují pomocí historických údajů o okolní teplotě, záření a spotřebě energie. Tyto údaje lze přizpůsobit změnám vnitřního zatížení nebo době obsazení kanceláří.

Níže uvedený graf ukazuje příklad regresní roviny pro předpověď denní spotřeby energie pro pokojovou teplotu 22 °C v závislosti na průměrné venkovní teplotě a průměrném globálním slunečním záření pro následující den.



Příklad regresní roviny

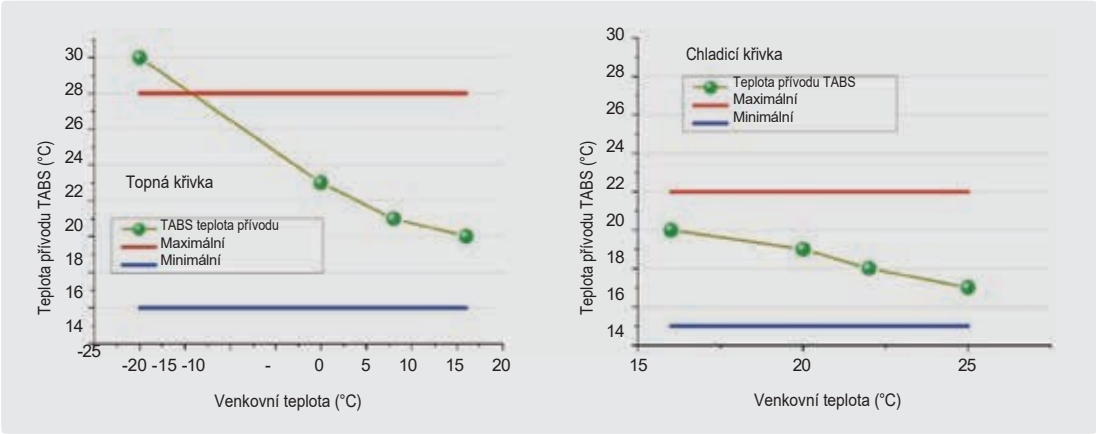
V rámci projektu „Stavební služby – simulace založené na řízení pro udržitelné klimatizace budov“ byla zkoumána nová budova společnosti Elektror Airsystems, ve které byl systém TABS integrován do stropu každého patra.



Kancelářská věž, nová budova společnosti Elektror Airsystems a segmentace 5. patra

Systém TABS byl zde nejprve provozován s konvenční strategií řízení. Provoz (vytápění, chlazení nebo vypnutí) byl určen na základě průměrné hodnoty vnější teploty za posledních 24 hodin. Teplota přívodu systému TABS byla založena na aktuální venkovní teplotě, která byla určena podle níže uvedeného obrázku. Křivky vytápění a chlazení musely být v praxi po dobu více než jednoho roku upravovány vyškoleným personálem, aby bylo dosaženo tepelné pohody v budově a uspokojeny potřeby uživatelů budovy.

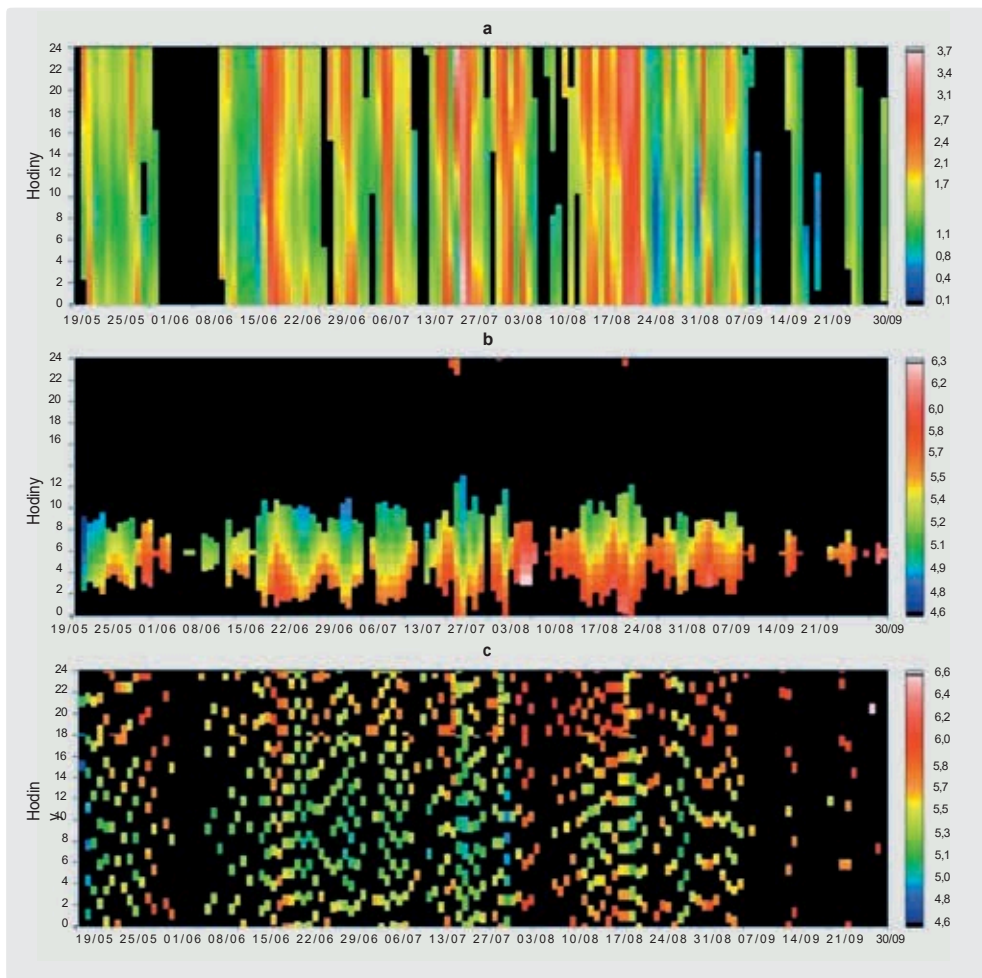
V případě extrémních teplot v létě a v zimě může tento proces trvat ještě déle. Navíc v této budově bylo nutné provádět časté korekce pro řízení konvenčního režimu provozu. Čerpadlo bylo provozováno při konstantních otáčkách v nepřetržitém provozu. To znamenalo, že i při malých rozdílech mezi teplotou přívodu a zpětného toku byla vyžadována energie elektrického čerpadla, ale do místnosti nebylo přenášeno téměř žádné teplo ani chlad.



Křivka vytápění a chlazení regulace TABS během konvenčního provozu v kancelářské budově Elektror Airsystems

Vytvořením propracovaného simulačního modelu budovy a systému TABS byly testovány různé regulační strategie, které umožnily optimalizovat provoz systému s ohledem na tepelný komfort. Výsledkem těchto výzkumů byl vývoj výše popsaného algoritmu. Níže uvedený obrázek znázorňuje typické chování

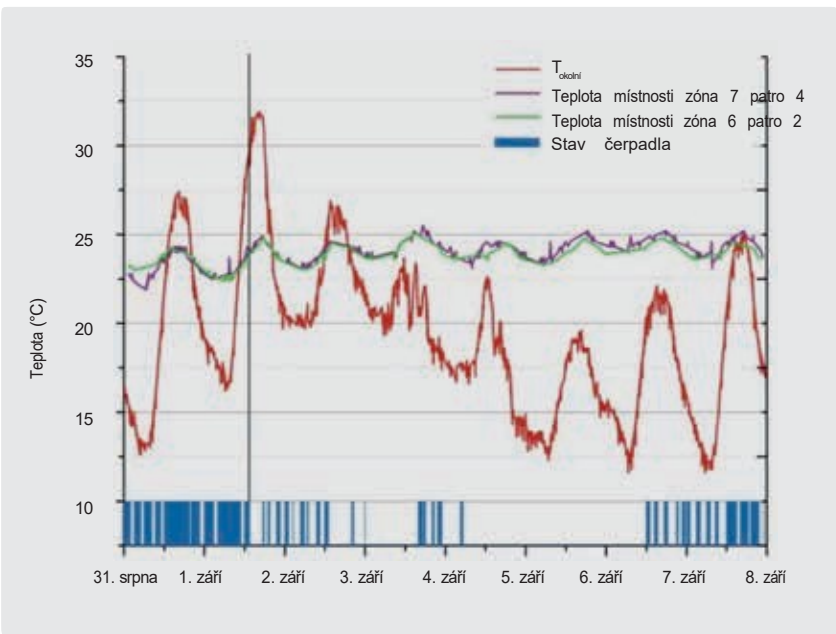
různých regulačních strategií na základě teplot přívodu a zpětného toku. Je zřejmé, že při konvenční regulační strategii se objevují mnohem nižší teplotní rozdíly (maximálně 3,7 K), zatímco varianta s prediktivním režimem umožňuje maximální teplotní rozdíl až 6,6 K.



Výsledky simulace teplotního rozdílu mezi příivodem a zpětným tokem s různými strategiemi řízení: a) konvenční řízení teploty přívodu v 24hodinové průměrné vnější teplotě, b) prediktivní noční provoz, c) prediktivní režim s pulzní šířkovou modulací (stupnice teplotních rozdílů se liší)

Předpovědi počasí byly přenášeny do systému automatizace budov prostřednictvím webové služby, která byla vyvinuta ve spolupráci se společností Meteocon-trol. Předpovědi mohly být poskytovány pro časové období až 120 hodin. Vyhledávání předpovědí bylo prováděno každých 30 minut pro hodnoty vnější teploty a globálního záření.

Prediktivní algoritmus byl poprvé otestován v provozu na začátku července 2009. Nejprve byl v praxi vyzkoušen prediktivní noční režim a poté prediktivní pulzní šířková modulace. Oba režimy se od samého počátku osvědčily.



Měřená data prediktivního provozu TABS s pulzní šířkovou modulací

Výše uvedený diagram zobrazuje skutečná naměřená data pomocí prediktivního algoritmu pulzní šířkové modulace mezi 31. srpnem a 8. zářím 2009. Maximální denní teploty se pohybovaly od 32 °C do 19 °C. Navzdory výrazným změnám počasí byla teplota v místnostech v různých zónách udržována v úzkém teplotním rozmezí. Předčasné zastavení čerpadla je jasně vidět v poledne 1. září, i když vnitřní a vnější

teplota nadále stoupala. Algoritmus zohledňuje skladovací kapacitu budovy, a může tak šetřit energií.

Výsledky simulace provedené pomocí prediktivních algoritmů ukázaly úsporu 70 % energie elektrického čerpadla a 7 % tepelné energie při současném zlepšení tepelného komfortu ve srovnání s konvenční strategií.

Akustika

8.1 Základy

Kromě tepelného komfortu je v moderních budovách stále důležitější také dobrá akustika.

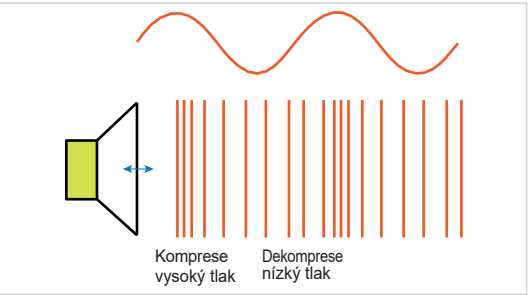
Trendem v interiérovém designu je přechod k opticky vysoce kvalitním povrchům bez spár z tvrdých materiálů, jako je beton, sklo, keramika nebo dřevo. Tyto materiály zvyšují nároky na akustická řešení místností.

Zvuk

Zvuk je nejmenší rozptyl tlaku a kolísání hustoty v elastickém médiu, jako jsou plyny, kapaliny nebo pevné látky.

Kromě využití místnosti – samostatná kancelář, otevřená kancelář, muzeum atd. – mají na přijatelnou akustiku místnosti významný vliv také následující faktory:

- Zvuk
 - Doba dozvuku
- Tato kapitola si neklade za cíl být vyčerpávajícím akustická příručka, ale pokrývá základy zvuku a akustiky na pracovišti a ukazuje řešení pro akustiku v kombinaci s TABS.



Frekvence

Ve fyzice a technice je frekvence měřítkem toho, jak rychle se opakují jednotlivé fáze v periodickém procesu.

λ

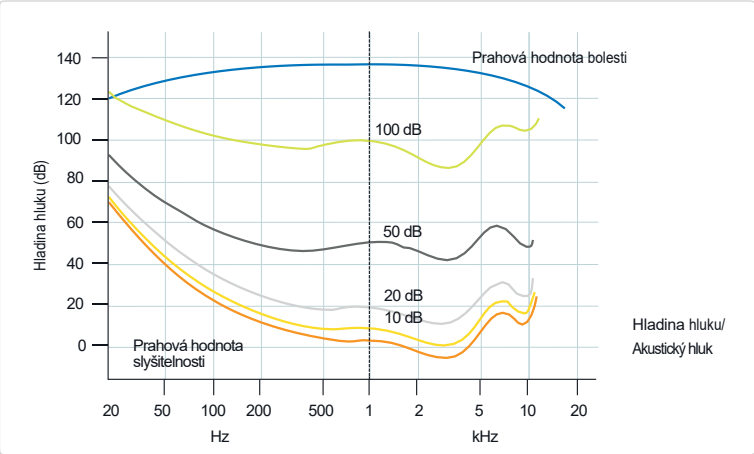
Vlnová délka: $\lambda = \frac{c}{f}$

Lidské ucho dokáže „slyšet“ zvukové vlny o frekvencích mezi 20 Hz a 20000 Hz.

Frekvence	Vlnová délka
20 Hz	17,2 m
100 Hz	3,4 m
344 Hz	1,0 m
1 kHz	34 cm
10 kHz	3,4 cm
20 kHz	1,72 cm

Hlasitost

Hlasitost zvuku je mírou toho, jak hlasitě lidé zvuk vnímají. Vnímaná hlasitost závisí nejen na amplitudě zvuku, ale překvapivě také na výšce tónu (frekvenci).



Subjektivně vnímaná hlasitost se měří jako úroveň hlasitosti (Lp). Tabulka vpravo uvádí některé zdroje zvuku.

Doba dozvuku

Doba dozvuku je klíčovým faktorem pro dobrou akustiku místnosti. Příslušné normy jsou: DIN EN ISO 3382, DIN EN ISO 11690, DIN 18041, VDI 2569. Definice je doba, za kterou ustálený zvukový signál zeslábně o 60 dB. Doba dozvuku T pro difúzní zvukové pole lze vypočítat pomocí Sabineovy rovnice následovně:

$$T = 0,163 \cdot V/A = 0,163/(\alpha_m \cdot S_{ges})$$

V = objem místnosti
A = ekvivalentní zvukově absorpční plocha
 α_m = koeficient závislý na frekvenci
 S_{ges} = aktivní plocha

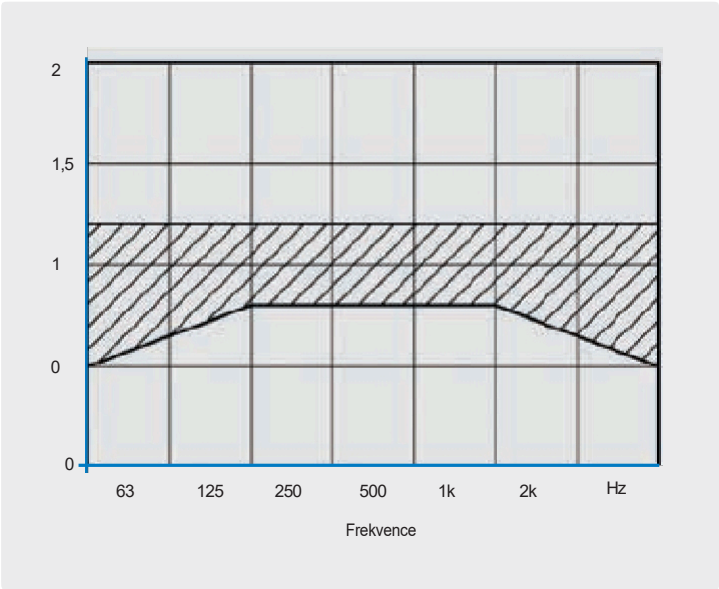
Vzorec ukazuje, že doba dozvuku závisí na:

- Objemu místnosti
- Povrchů místnosti
- Zvukově absorpčních objektů
- Využití

V závislosti na typu využití a velikosti budovy definuje norma DIN 18041 optimální dobu dozvuku (nejpříjemnější pro většinu lidí (tabulka 3)). Rozhodující pro to je šest oktávních pásem 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz a 4000 Hz. Pro optimální akustiku místnosti by doba dozvuku měla zůstat stejná v frekvenčním rozsahu přibližně 100 až 4000 Hz.

Zdroj zvuku s vzdáleností		
Proudové letadlo, vzdálenost 30 m		140
Prahová hodnota bolesti		13
Nesnášenlivost		120
Motorová pila, vzdálenost 1 m		110
Diskotéka, 1 m od reproduktoru		100
Dieselový motor, vzdálenost 10 m		90
Ulice, vzdálenost 5 m		80
Vysavač, vzdálenost 1 m		70
Normální řeč, vzdálenost 1 m		60
Normální byt, tichá oblast		50
Knihovna		40
Ložnice v noci		30
Ticho v televizním studiu		20
Šustění listů v dálce		10
Slyšitelná hranice		0
Kancelářská budova	Jednotlivá kancelář	0,6 ... 1,0
	Kancelář pro více osob	0,6 ... 0,8
	Otevřená kancelář	0,4 ... 0,6
	Chodba	0,8 ... 1,0
	Jídelna	0,6 ... 0,8
	Rozvaděč	0,4 ... 0,6

Doporučená doba dozvuku T (s) pro několik typů budov a místností (výběr)



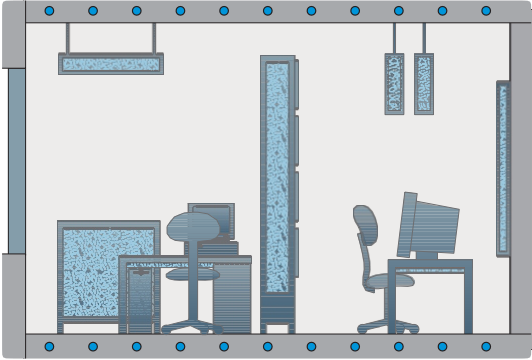
Doporučená doba dozvuku T pro zvuk v závislosti na frekvenci

8.2 Relevantní normy

- DIN EN ISO 3382: Akustika – Měření akustických parametrů místností
 - DIN EN ISO 11690: Akustika – Doporučené postupy pro navrhování pracovišť s nízkou hlučností obsahující stroje
- DIN 18041: Akustická kvalita v malých a středně velkých místnostech
 - VDI 2569: Ochrana proti hluku a akustické řešení v kancelářích (německá směrnice)

8.3 Akustická řešení

K dispozici je řada akustických řešení, která mají malý nebo žádný vliv na funkci systému TABS. Je třeba se vyvarovat jakéhokoli významného snížení přenosu tepla mezi prostorem a betonovým stropem způsobeného zavěšenými stropy nebo jinými typy akustické izolace. Hlavními faktory při řešení akustiky místnosti jsou: doba dozvuku, prvky související s frekvencí a snížení přímého šíření zvuku. Obecně platí, že zohlednění kombinace těchto faktorů vede k vhodné akustice místnosti.



- Stropní panel
- Aktivní stropní panel
- Stropní deflektor
- Integrovaný absorbér
- Stěnové prvky
- Nábytek
- Podlahová konstrukce
- Koberce
- Akustická omítka

Podlahová krytina

Přenos tepla směrem nahoru z betonové desky je často omezen pomocí zdvojených podlah nebo izolace proti kročejovému hluku. V tomto případě lze použít podlahovou krytinu pohlcující zvuk.

Nábytek a vybavení

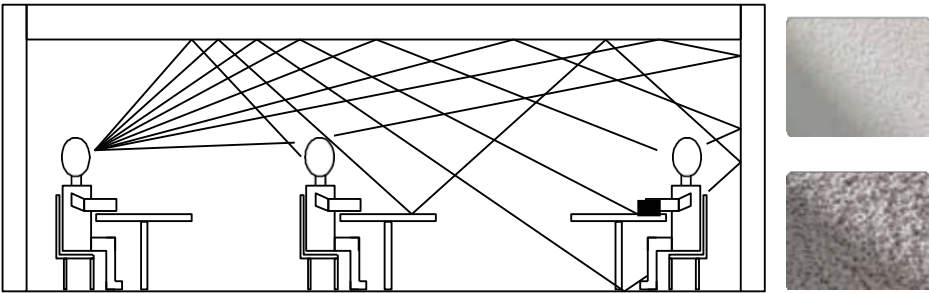
Nábytek, police, příčky, stoly a židle mohou být také použity jako akusticky absorpční povrchy. Židle s polstrovanými sedáky a opěradly a police s bočními a zadními panely pohlcujícími zvuk (perforované dřevěné panely) zvyšují akustickou absorpci. Lze zvážít instalaci dalšího absorpčního materiálu pod stoly. V otevřených kancelářích mohou akustickou absorpci zajistit příčky s vhodnými materiály na obou stranách. K zlepšení akustiky lze také použít dekorativní obklady stěn.

Důležitá rada ohledně návrhu: Do fáze návrhu by měl být zapojen akustik.

8.3.1 Akustická omítka

Jednou z hlavních funkcí akustické omítky je snížení doby dozvuku. Akustická omítka se obvykle instaluje na hotový strop. Instalace akustické omítky na tepelně aktivovanou desku výrazně snižuje

výrazně sníží tepelný výkon. Obecně platí, že menší absorpční prvky jsou levnější než omítnutí celého stropu.



Akustická omítka pro šíření zvuku a vícenásobný odraz, „stříkaná omítka“ (Sto®)

Strop z pohledového betonu	Stříkaná akustická omítka: tloušťka = 15 mm tepelná vodivost = 0,1 W/m*K	Tloušťka akustické omítky = 25 mm tepelná vodivost = 0,045 W/m*K
40 W/m²	23 W/m²	10 W/m²

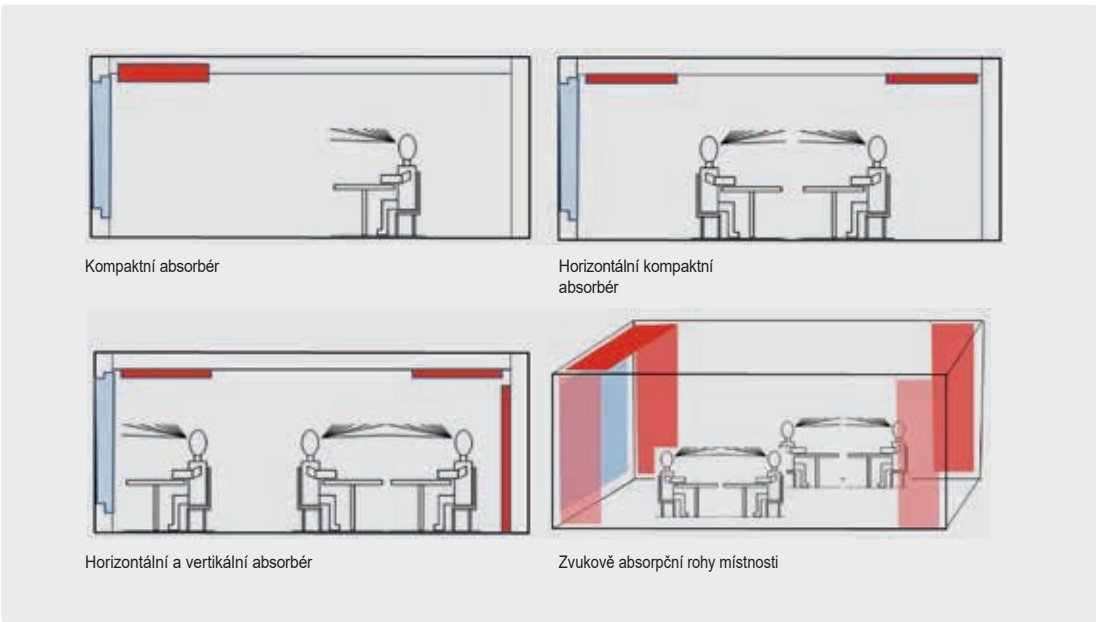
*Hustota chladicího proudu při $t_v/t_R/t_l = 16\text{ °C}/20\text{ °C}/26\text{ °C}$

Snížení hustoty chladicího proudu stropu TABS v závislosti na typu omítky

8.3.2 Absorbéry na stěny, podlahy a nábytek

Dobrých akustických výsledků lze dosáhnout například kombinací absorbérů na stěny, podlahy a nábytek s akustickým konceptem. Moderní absorbéry na nábytek jsou

k dispozici v mnoha různých provedeních a barvách. Snižují dobu dozvuku. Podlahové absorbéry, jako jsou koberce, snižují kročejový hluk.



Kanceláře pro více než 2–3 osoby mají obecně vyšší požadavky na akustická řešení. Pro akustické účely se tradičně používají podhledy. Vzhledem k vysokému negativnímu dopadu na výkon TABS není celoplošný podhled vhodný. Existují však dobré příklady různých akustických řešení v otevřených kancelářích:

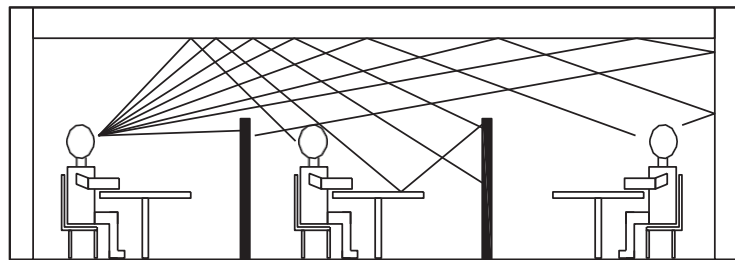
- Akustický nábytek
- Koberce na dvojité podlaze
- Stropní prvky



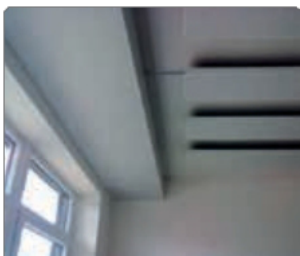
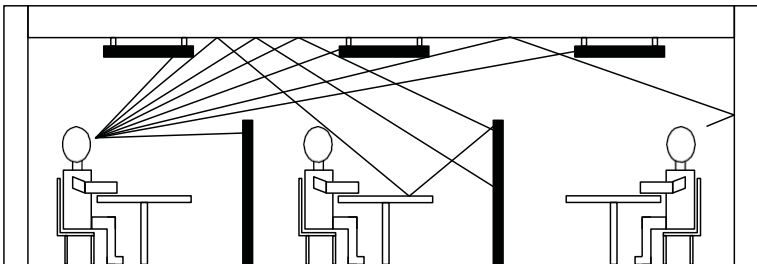
8.3.3 Stěnové příčky

Otevřené kanceláře jsou dobré pro komunikaci, protože zlepšují výměnu informací mezi zaměstnanci. Při špatné akustice místnosti se však může stát, že zaměstnanci budou rozptylováni rozhovory

. Stěnové příčky snižují hladinu přímého zvuku, ale nepřímý zvuk odražený od stropu se nesnižuje.

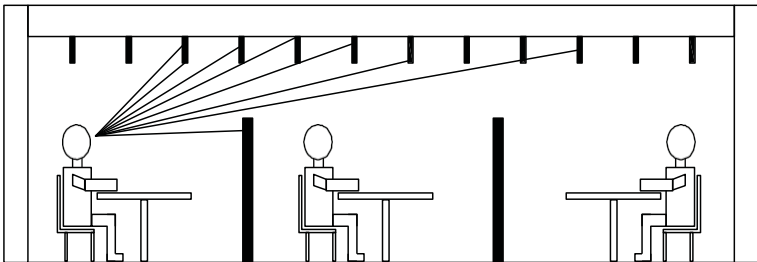


Běžným akustickým řešením je kombinace mobilních stěn a stropních prvků. Přímý zvuk je tak snížen mobilními stěnami a nepřímý zvuk stropními panely.



8.3.4 Vertikální akustický absorbér

Níže uvedený obrázek znázorňuje funkci vertikálního zvukového absorbér. Pouze malá plocha je připojena ke stropu, což znamená, že jeho vliv na systém TABS je velmi malý, zatímco akustická absorpce je velmi dobrá.



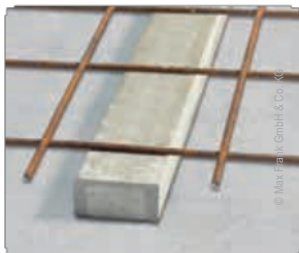
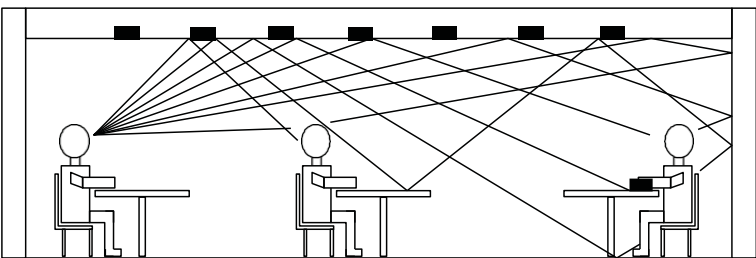
8.3.5 Absorpční lišty integrované do stropu

Integrovaný stropní absorpční pás (výzkumný a vývojový projekt Fraunhofer IRB) poskytuje další možnost zlepšení doby dozvuku.

Pro absorpční lištu se používají 2 vhodné materiály:

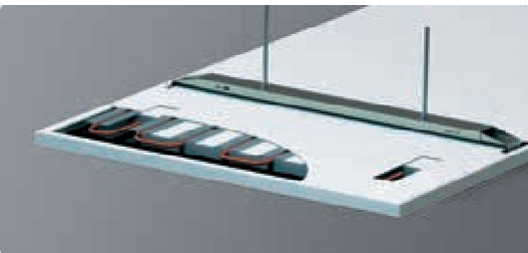
- 1. Porézní absorbér (PA, netkaný nebo z porézní skleněné pěny)
- 2. Mikroperforovaný absorbér (MPA).

Akusticky aktivní plocha i tepelné vlastnosti těchto pásů jsou velmi dobré.



8.3.6 Aktivované akustické prvky

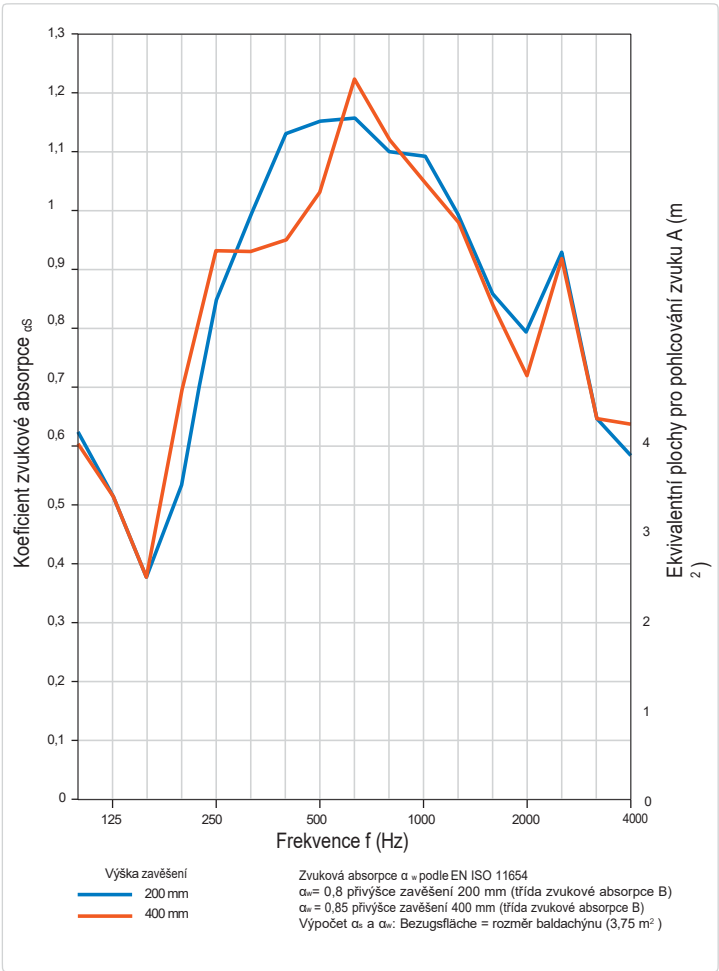
Aktivní akustické prvky, např. Zent-Frenger Velum, se skládají z uzavřené kovové kazety, do které je integrována topná/chladicí spirála spolu s dalším zvukově izolačním materiálem. Povrchy stropních krytů jsou vyrobeny z práškově lakovaného hliníku nebo pozinkovaného ocelového plechu. Speciální topná/chladicí spirála vyrobená z dvojitého tepelně vodivých profilů s měděným hadovitým potrubím je tvarově přizpůsobena a třením zajištěna k dvojitému...
© Max Frank GmbH & Co. KG



Struktura stropního panelu Geocore Velum s montážní lištou pro zavěšení (montáž komponenty pomocí závitových tyčí (sklopné a trojrozměrně nastavitelné))

Akustika

Integrovaná akustická rohož a zvukově izolační výplň zajišťují velmi účinnou zvukovou izolaci a vynikající akustiku místnosti. Díky zvukově izolačním prvkům integrovaným do stropního krytu zůstává chladicí výkon vysoký. Hodnoty zvukové absorpce pro výšky zavěšení 200 mm a 400 mm jsou uvedeny jako ekvivalentní zvukově absorpční plochy v diagramu 2. Koeficient zvukové absorpce α_s se vypočítá z ekvivalentní zvukově absorpční plochy a povrchu stropního krytu. Vážený koeficient zvukové absorpce α_w se vypočítá podle normy EN ISO 11654.



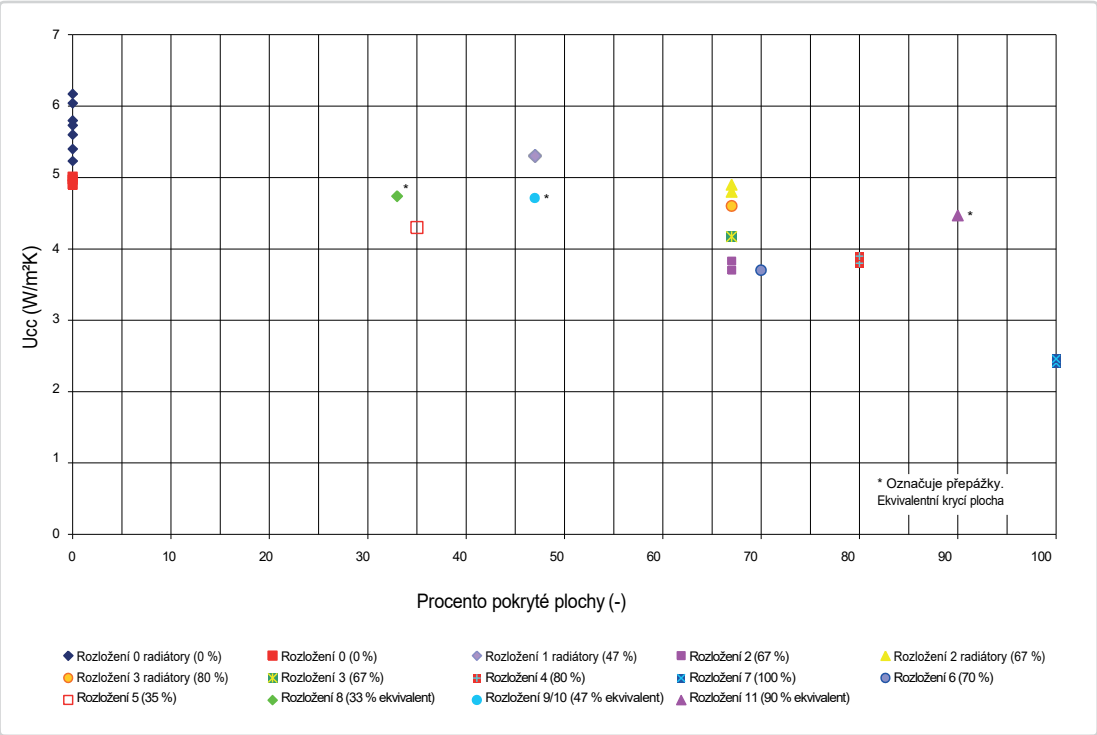
Zvuková absorpce stropního systému Geocore Velum s akustickým roumem a izolačním materiálem testovaným podle normy EN ISO 354

8.4 Vliv akustických měření na topný/chladicí výkon systému TABS

Účinky na chladicí kapacitu TABS v kombinaci s akustickými stropními prvky byly měřeny Peterem Weitzmannem BuildDesk A/S, Emanuele Pittarellom DTU a Bjarne W. Olesenem DTU v testovacím zařízení.

Obecně se předpokládá, že pro zachování dostatečné chladicí kapacity při převážně sálavém přenosu tepla musí být betonový strop přímo vystaven místnosti. V praxi by to proto bránilo použití systému TABS v otevřených kancelářích, kde jsou pro zajištění přijatelných akustických podmínek potřebné akustické stropy. Měření byla prováděna v místnosti vybavené systémem TABS v kombinaci s akustickým stropem, který pokrýval části stropu, takže jak akustické, tak tepelné

požadavky mohly být splněny. Při měřeních bylo pokryto 35 %, 47 %, 67 % (dva různé vzory), 70 %, 83 % a 100 %, stejně jako čtyři různé konfigurace s použitím přepážek. Byly testovány jak tepelné, tak akustické vlastnosti. Výsledky ukázaly, že i při pokrytí 83 % plochy stropu byla chladicí kapacita stále kolem 70 % oproti nekrytému stropu při stejném teplotním rozdílu mezi průměrnou teplotou tekutiny a provozní teplotou místnosti. Současně byla doba dozvuku v místnosti jasně přijatelná. To ukazuje, že akustické stropy a TABS lze kombinovat.



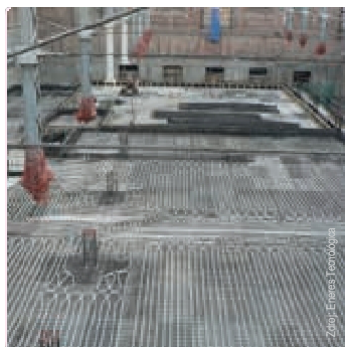
Koeficient chladicího výkonu jako funkce procenta pokryté plochy stropu

$$U_{cc} = \frac{M_{\text{tekutina}} \cdot C_{p, \text{tekutina}} \cdot (T_{\text{return}} - T_{\text{supply}})}{A_{\text{deck}} \cdot (T_{\text{pokoj}} - T_{\text{tekutina}})} \quad (\text{W/m}^2 \text{ K})$$

Rozložení	Počet	125	250	500	1000	2000	4000	SAA
Bez panelů	0	0,77	1,33	1,5	1,41	1,34	1,05	0,015
100 % pokryto	7	0,54	0,66	0,56	0,6	0,64	0,57	0,52
70 % pokryto	6	0,66	0,69	0,61	0,62	0,66	0,58	0,46
35 % pokryto	5	0,63	0,84	0,73	0,67	0,66	0,58	0,38
10 přepážek	8	0,5	0,77	0,7	0,65	0,66	0,6	0,43
14 přepážek	10	0,48	0,69	0,63	0,58	0,59	0,52	0,53
27 přepážek	11	0,47	0,64	0,58	0,54	0,57	0,52	0,57

Odkazy

Divadelní a kulturní centrum, komplex Daoiz y Velarde, Madrid, Španělsko



Energetická účinnost a nízký dopad na životní prostředí zvyšují hodnotu budovy



9 000 m² systému TABS zajišťuje příjemné vnitřní prostředí

Architektonický komplex Daoiz a Velarde v čtvrti Retiro je sídlem dětského divadla a kulturního centra.

Projekt je součástí investice do kulturní infrastruktury města Madrid a celkový projekt byl vypracován Odborem historického dědictví v oblasti umění. Cílem této iniciativy je zachovat architekturu celého komplexu Daoiz a Velarde, který je reprezentativním příkladem průmyslového a vojenského dědictví Madridu.

Zároveň městská samospráva vybaví nový prostor moderní infrastrukturou a místní obyvatelé se tak budou moci těšit z velkého kulturního komplexu. Dětské divadlo představuje první fázi celkové investice věnované výhradně dětem. Nové kulturní centrum bude mít mimo jiné velkou výstavní síň, shromažďovací sál a víceúčelové učebny. Celkem je téměř 7 000 m² věnováno šíření kultury.

Hlavním cílem developera bylo postavit nové zařízení s ohledem na energetickou účinnost a začlenit nejmodernější řešení v oblasti vnitřního prostředí a výroby energie. Cílem bylo poskytnout budově vysokou přidanou hodnotu. Dalším důležitým bodem bylo nalezení technicko-finanční rovnováhy s ohledem na počáteční a provozní náklady v příštích letech.

Údaje o projektu

- 12 000 m² Dětské divadlo a kulturní centrum
- 9 000 m² chlazení Geocore TABS
- Developer: Madridská vláda
- Architekt: Rafael de la Hoz
- Dokončení: 2013



Rekonstrukce této bývalé průmyslové budovy a opuštěných kasáren byla provedena s cílem maximalizovat udržitelnost z hlediska energetické účinnosti a integrace systémů pro získávání energie z obnovitelných zdrojů.

Manchester Metropolitan University, Business School Manchester, Spojené království



Nízkoenergetická budova univerzity využívající tepelnou hmotu, přirozené denní světlo, řízené větrání, řadu integrovaných prvků pro výrobu energie a tepelná čerpadla využívající geotermální energii



13 500 m² chlazení Geocore TABS v poloprefabrikovaných betonových deskách

Návrh nové obchodní školy Manchester Metropolitan University v hodnotě 65 milionů liber byl motivován ambicí univerzity vytvořit nízkoenergetickou budovu využívající tepelnou hmotu, přirozené denní světlo a řízenou ventilaci.

Pro tento projekt byl vybrán systém Geocore Thermally Active Building Systems (TABS). Byla použita prefabrikovaná betonová podlahová deska s pohledovým betonem, do které byly pod povrchem podhledu zabudovány trubky Geocore PE-Xa. Vizuální vzhled Pro návrh byl zvláště důležitý vzhled, barva a povrchová úprava betonu. Regulace teploty obnaženého betonu na 20 °C znamenala, že teplota vzduchu v místnosti bude vždy udržována mezi 21 °C a 26 °C. Jako zdroj chlazení byla využita podzemní voda, která protéká betonem a vytváří systém sálavého chlazení prostoru.

Mechanické větrání je zajištěno ve většině prostorů pomocí zdvojené podlahy jako přívodního prostoru. Vratný vzduch prochází do atriá přes tlumiče křížového přenosu, kde stoupá do vzduchotechnických místností na úrovni střechy za účelem rekuperace tepla. Chlazení je tedy zajištěno kombinací chlazeného přiváděného vzduchu a systému Geocore TABS v prefabrikovaných podlahových prknech.

Vlastní tepelná hmotnost, požární odolnost a zvuková izolace betonové konstrukce rovněž přispěly k hodnocení BREEAM „vynikající“.

Údaje o projektu

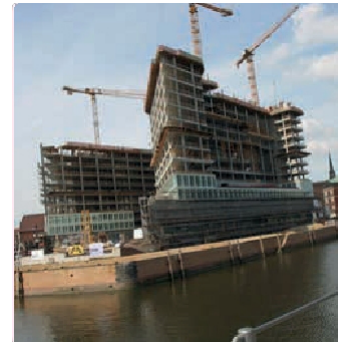
- 20 000 m² Univerzitní budova s 8 podlažími
- 13 500 m² chlazení Geocore TABS v poloprefabrikovaných betonových deskách
- 2 000 m² podlahového vytápění Geocore v atriu
- Klient: Manchester Metropolitan University
- Architekt: Fielden Clegg Bradley Studios
- Hlavní dodavatel: Sir Robert McAlpine
- Inženýr M&E: AECOM
- Dokončení: 2011

breeam EXCELLENT



Manchester Metropolitan University s historií sahající 150 let zpět kombinuje tradici a moderní prvky. Její moderní nízkoenergetická budova je výsledkem milionového investičního programu univerzity, který byl vytvořen s cílem zajistit silnou budoucnost.

Ericusspitze, Spiegelhaus Hamburk, Německo



Moduly Geocore BATISO jsou napájeny geotermální energií

Nové sídlo skupiny Spiegel se nachází v Ericusspitze v Hamburku v Německu. Aktivace betonového jádra společnosti Geocore zajišťuje v celé budově po celou dobu příjemnou teplotu.

Základní vytápění a chlazení budovy Spiegel Group zajišťuje systém aktivace betonového jádra Geocore BATISO. Přibližně 8 150 m² povrchu stropu bylo vybaveno prefabrikovanými moduly Geocore BATISO.

Tímto způsobem dosahuje aktivace tepelného stropu pokrytí až 30 % základního zatížení. Zbývající zatížení vytápěním a chlazením je pokryto pomocí zavěšených stropních panelů, které jsou také tepelně aktivní. Zbývající zatížení pro klimatizaci je pokryto pomocí panelu pro vytápění a chlazení a v oblastech se zvýšenými požadavky na chlazení pomocí konvenčního klimatizačního systému.

Pro vytápění je energie získaná z geotermálního systému dostatečná k pokrytí základních zátěží pomocí aktivace betonového jádra a stropních panelů s přívodní teplotou 35 °C a zpětnou teplotou 30 °C. K pokrytí špiček poptávky v sekundárních částech budovy a pro dodatečné vytápění se podle aktuální poptávky využívá dálkové vytápění.

Pokud jde o chlazení, je pro napájení chladicích panelů zapotřebí vyšší tepelný výkon. K dosažení tohoto cíle jsou chladicí okruhy betonové aktivace jádra, které se zde používají, zřízeny jako samostatné chladicí okruhy.

Údaje o projektu

- 50 000 m² Kancelářská plocha
- 8 150 m² chlazení a vytápění Geocore BATISO
- Architekt: Henning Larsen Architects
- Dokončení: 2011

Díky celkovému energetickému konceptu je roční spotřeba primární energie budovy Ericusspitze nižší než 100 kilowatthodin na m².

Multifunkční komplex Premium West Moskva, Rusko



Trubky Pe-PEX jsou integrovány do konstrukce budovy



Závěrečné kontroly na místě před betonáží

Multifunkční komplex Premium West se rozkládá na ploše 10 ha vedle moskevského dálničního okruhu MKAD. Stavba byla zahájena v letech 2004–2005. Dnes zde úspěšně působí prodejci automobilů jako AUDI, Škoda, Volkswagen, KIA, stejně jako SafeSpace – evropský provozovatel individuálních skladů. V roce 2012 bylo zprovozněno parkoviště pro 2000 automobilů. Na konci roku 2013 by měl být otevřen fitness klub.

V rámci projektu se nachází: showroom, který je v současné době ve výstavbě, komerční a skladová budova třídy A, která je v současné době v procesu rekonstrukce, a energeticky úsporné obchodní centrum Premium West třídy A o osmi podlažích, které je jádrem komplexu a brzy bude dokončeno. Druhá fáze výstavby obchodního parku by měla být zahájena v blízké budoucnosti a bude zahrnovat kanceláře, maloobchodní prostory a vlastní parkoviště.

Působivé vlastnosti kancelářského centra Premium West:

- Systém inteligentní domácnosti
- Geotermální systémy vytápění a chlazení
- Unikátní fasády kombinující výhody monolitického betonu a skla
- Systém regulace teploty sáláním
- Krajinářský design

Údaje o projektu

- 112 000 m² Multifunkční plocha
- 25 000 m² chlazení a vytápění Geocore TABS
- Developer: GEMA Invest
- Dokončení: ve výstavbě

Elena Semenikhina, ředitelka pro rozvoj GEMA Invest

“Premium West je jedinečný z hlediska energetické účinnosti a složení technických systémů.”

Celý obchodní park odráží celkovou koncepci: budovy kombinující Špičkovou technologii s šetrností k životnímu prostředí.

Bayer MaterialScience Qingdao, Čína



Budova s nulovými emisemi je sídlem správy závodu Bayer MaterialScience.



Stropní panely Geocore Opti Y v recepci



Instalace modulů TABS

Závod Bayer MaterialScience v Qingdao je prvním svého druhu v Číně, který byl vyvinut společností Bayer MaterialScience v rámci inovativního programu EcoCommercial Building (ECB). Program ECB je globální iniciativa poskytující komplexní řešení prostřednictvím společné práce společnosti Bayer a její sítě stavebních partnerů s cílem uspokojit poptávku v Číně a po celém světě a vytvořit vysoce efektivní a nákladově efektivní komerční a veřejné budovy.

Budova o rozloze 1 000 m² s nulovými emisemi pojme 60 kancelářských pracovišť a představuje stavební systém, ve kterém jsou energetické potřeby pokryty dlouhodobým zvýšením účinnosti a výrobou energie z obnovitelných zdrojů. Budova využívá 1 000 m² fotovoltaických panelů k výrobě solární energie, které každoročně vyprodukují 80,35 MWh elektřiny. Tepelně aktivované stavební systémy (TABS) společnosti Geocore v kombinaci s geotermálním tepelným čerpadlem a energeticky úsporným pláštěm budovy zajišťují příjemné vnitřní klima po celý rok.

Systém Geocore TABS zajišťuje pokrytí citlivé zátěže kancelářských prostor v oblasti chlazení/vytápění. Díky využití výhodné noční elektřiny lze tepelnou energii přes noc akumulovat v betonové konstrukci. Tu lze následující den využít k vyrovnaní zátěže v oblasti chlazení/vytápění. Vzhledem k tomu, že teplota přiváděné vody se blíží pokojové teplotě, je tento systém ideální pro použití zemní energie nebo využití systému volného chlazení v nočních hodinách, což je obzvláště výhodné a následně snižuje provozní náklady. Stropní panely Geocore OPTI Y reagují rychle a přizpůsobují se kolísání zatížení v kancelářských prostorách, což poskytuje jedinečný individuální komfort uživatelům. Aktivní stropní panely jsou rozvedeny čtyřtrubkovým systémem, který umožňuje současné chlazení a vytápění v různých prostorách podle potřeb uživatelů.

Údaje o projektu

- 1 000 m² systémů Geocore TABS a stropních panelů Geocore OPTI Y v kombinaci se systémem rekuperace tepla
- Klient: Bayer Material Science (China) Co, Ltd
- Architekt: Bayer Technology and Engineering
- (Shanghai) Co, Ltd
Dokončení: 2011



ZLATO



Systém rekuperace tepla snižuje ztráty energie z vzduchotechnické jednotky pro větrání. Tím se dosahuje 80% míry rekuperace tepla s technologií od místních dodavatelů, zatímco spotřeba elektrické energie je výrazně snížena díky energeticky úsporné LED osvětlovací technologii.

Vzdělávací centrum Sheikh Zayed Desert Learning Centre, Al Ain, Spojené arabské emiráty



Chladicí systém Geocore TABS je integrován do konstrukce BubbleDeck®.



Vysoké chladicí výkony 1,5 MW jsou dodávány hlavně ze systému Geocore TABS o rozloze 7 500 m².

Tato multifunkční vzdělávací budova, která se nachází v jedné z nejteplejších a nejvlhčích oblastí na Zemi, byla navržena s cílem snížit náklady na životní cyklus a dopad na životní prostředí a poskytnout tak přední referenci pro udržitelnou architekturu v Emirátech. Jedná se o první budovu, která byla vyvinuta jako součást hlavního plánu pro zoo Al Ain, který zahrnuje také safari, hotely, nákupní centrum a obytné oblasti. Centrum bude fungovat jako vzdělávací muzeum a výzkumné centrum pro otázky související s pouští a životním prostředím.

Budova získala certifikaci LEED Platinum a Estidama pět perel. Tento úspěch je výsledkem kombinace pasivních a aktivních opatření v oblasti úspory energie a spotřeby vody, jakož i použití částečně místních a recyklovaných materiálů. Díky tomu se jedná o první udržitelný projekt vlády, který dosáhl nejvyššího hodnocení udržitelnosti.

Náročné vysoké chladicí zatížení 1,5 MW je zajištěno především systémem Geocore Thermally Active Building Systems (TABS) o rozloze 7500 m² s průměrnou teplotou vody 16 °C. Budova je vybavena šesti adiabatickými chladicími věžemi, které minimalizují potřebu chladicí vody. Kromě kompresních chladičů je budova vybavena solárními absorpčními chladiči, které umožňují solární chlazení. Solární kolektory o ploše 1 134 m² poskytují 825 kWh/m²/rok.

Údaje o projektu

- 7 500 m² chladicího systému Geocore TABS
- Začleněno do konstrukce „BubbleDeck“
- Koncepce a návrh: UPONOR
- Architekt: Chalabi Architekten & Partner – ZT GmbH
- Dodavatel: S.O.L.I.D. GmbH; Züblin Abu Dhabi (dceřiná společnost Strabag Intern. GmbH)
- Konzultant: S.O.L.I.D. GmbH, iC Consultants
- Zákazník: Al Ain Wildlife Park Resort
- Dokončení: 2013



**HODNOCENÍ
NÁVRHU FIVE
PEARLS**



PLATINUM

HE Falah Al Ahbabi, generální ředitel UPC

“Díky získání nejvyššího hodnocení Pearl Rating se Sheikh Zayed Desert Learning Centre stane katalyzátorem všech budoucích projektů zaměřených na udržitelnost.”

GEOCORE BATISO COMPENDIUM

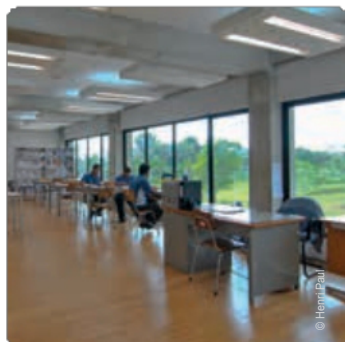


Budova s certifikací LEED Platinum o rozloze 13 000 m² nabízí prostory pro auditorium, divadlo, kavárny, galerie a jednu knihovnu. Při plném provozu se očekává 1 600 návštěvníků za hodinu. Kromě toho má být budova certifikována podle 5 perel podle místního referenčního systému Estidama.

Ignatius Loyola Ecotech Campus Cikarang Baru, Indonésie



Instalace radiantního chlazení Geocore TABS



Studium v udržitelné budově s optimálním komfortem

Kampus Ignatius Loyola Ecotech v Cikarangu v západní Jávě, postavený v souladu s principy udržitelné výstavby, je novou ikonou ekologických budov v Indonésii. Čtyřpodlažní budova o celkové podlahové ploše 3 672 m² byla navržena tak, aby spotřebovávala méně než polovinu energie potřebné pro standardní budovu srovnatelné velikosti.

Společnost Geocore spolu se svými partnery Holcim a Sanwell významně přispěla k návrhu a dodávce řešení pro radiační chlazení. Vysoké teploty v tropických zemích, jako je Indonésie, se často řeší pomocí konvenčních klimatizačních jednotek. Získaný komfort je však vykoupen nadměrnou spotřebou energie a silným prouděním vzduchu. Alternativním řešením tohoto problému je použití systému sálavého chlazení. V kampusu Ignatius Loyola Ecotech Campus byly použity dva různé systémy: Geocore Thermally Activated Building System (TABS) a Geocore podlahové chlazení, které společně zajišťují optimální komfort pro studenty a přednášející.

Dalšími prvky, které přispívají k nižší spotřebě energie, jsou stínění budovy, které je navrženo tak, aby poskytovalo pasivní chlazení, a střecha ve tvaru motýla, která sbírá dešťovou vodu a je vybavena tak, aby podporovala instalaci fotovoltaických panelů pokrývajících spotřebu elektřiny budovy.

Údaje o projektu

- 3 672 m² univerzitní budovy
- 2 000 m² Geocore TABS
- 500 m² podlahové chlazení Geocore
- Klient: Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI)
- Architekt: PT Urbane Indonesia
- Hlavní dodavatel: PT Multi Sarana Propertindo (Multi pro)
- Inženýr M&E: PT Metakam Pranata
- Dokončení: 2012



Zatímco systém Geocore TABS využívá konstrukční betonovou desku, která vyzařuje chladný vzduch nahoru a dolů, podlahový chladicí systém využívá betonovou podlahovou stěrku v přízemí k vyzařování chladného vzduchu nahoru, čímž se dosahuje příjemné celkové atmosféry, která je prospěšná pro studenty i přednášející.

Texty výběrových řízení

10.1 Systém BIC

Předmluva a popis systému

Předmluva

Geocore BATISO BIC je systém pro tepelnou aktivaci betonových desek pomocí vody protékající potrubními registry. Tepelná hmotnost betonové desky je využita umístěním potrubí přímo do této konstrukční součásti. Systém lze také použít k pokrytí základního zatížení vytápění.

Popis systému

Potrubní registry ve formě prefabrikovaných modulů BATISO s integrovanými připojovacími trubkami individuální délky pro instalaci mezi dolní a horní výztuží instalovanou na místě, sestávající z:

- Potrubí 20 mm PE-Xa vyrobené z vysokotlakého síťovaného polyethylenu podle normy EN 15875, s 5vrstvou difúzní bariérou a dodatečnou vnější vrstvou PEX pro ochranu před mechanickým namáháním, odolnou proti kyslíku podle DIN 4726
- Speciální rohož pro uložení trubek, Geocore BATISO BIC, s integrovanými prvky pro uchycení trubek (EP 09757317/DGBM 298 08 792.8)
- Prvek pro průchod trubek stropem (EP 0962710/DGBM 298 08 793.6)

S prohlášením o odpovědnosti Geocore:

10letá odpovědnost za výrobek (bez možnosti zániku) za osobní a následné škody, bez ohledu na dobu trvání pojistné smlouvy, za předpokladu, že jsou použity všechny specifikované systémové komponenty Geocore.

Postup výstavby

1. Stavební bednění (hrubá stavba).
2. Umístěte a upevněte prvky pro průchod potrubí stropem s otvorem pro vstup a výstup potrubí na bednění, aby bylo možné provést tlakové zkoušky bez poškození bednění (aktivace betonového jádra).
3. Pokládka spodní výztuže a příslušných distančních vložek (hrubá stavba).
4. Pokládka a vyrovnání modulů na spodní výztuž podle instalačního plánu (aktivace betonového jádra).
5. Spojte moduly Geocore BATISO a případně delší spojovací trubky s chladicími/topnými smyčkami pomocí spojek.
6. Položte a upevněte spojovací trubky a provlečte je stropními průchodkami (aktivace betonového jádra).
7. Pokládka horní výztuže s příslušnými distančními prvky (čtyři nebo šest ramen) na bednění (hrubá stavba).
8. Zvedání modulů do neutrální zóny pomocí metody Geocore BATISO Hook (aktivace betonového jádra).
9. Tlaková zkouška všech instalovaných potrubních registrů (aktivace betonového jádra).

Školení k instalaci provádí zaměstnanec společnosti Geocore.

Přeprava (nutný jeřáb) a meziskladování modulů BATISO

Moduly Geocore BATISO jsou dodávány ve svislé poloze na přepravních rámech pro různé fáze výstavby. K vyložení modulů z nákladního vozu a k jejich přepravě z meziskladu (pokud existuje) na úroveň instalace (úroveň komponentů/podlahy) je nutný jeřáb. V případě potřeby by měl být k dispozici prostor pro meziskladování modulů BATISO dodaných na místo.

Popis produktu	Množství	Jednotka	Cena/jednotku, €	Celková cena, €
Zátěžový systém BATISO BIC, Geocore BATISO Metoda háčků Pro tepelnou aktivaci betonových desek, pro použití v obytných nebo nebytových budovách pomocí metodou Geocore BATISO Hook, která se skládá z: ■ Prefabrikovaný modul specifický pro daný projekt ■ Trubka 20 mm PE-Xa vyrobená z vysokotlakého síťovaného polyethylenu podle normy EN 15875, s 5vrstvou difúzní bariérou a dodatečnou vnější vrstvou PEX pro ochranu proti mechanickému namáhání, odolný proti kyslíku podle DIN 4726 ■ Speciální podložka pro přepravu trubek vyrobená z hladkého drátu s integrovanými podpěrnými prvky pro trubky a bezpečnostní hranou (EP 0957 317/DGBM 298 08 792.8), s otřepy nebo ostré hrany ■ Stropní průchodka potrubí včetně 1 m ochranné trubky s otvorem pro vstup a výstup potrubí pro: 1) provádění tlakových zkoušek modulů bez poškození bednění (EP 0962710 B1/DGBM 298 08 793.6), 2) přesné definované vedení potrubí z vrstvy deskové konstrukce, 3) propojení modulů s rozvodným potrubím. Lze propojit několik jednotek do série. ■ Jednotlivé připojovací trubky umístěné na modulu pomocí kabelových sponek Geocore Multi ■ Háky BATISO pro zvedání, přesné nastavení výšky a stabilizaci úrovně potrubí vzhledem k horní výztuži (4/m²) (DGBM 298 08 790 U1) pro tloušťky tyčí do 15 mm Poznámka: Výpočet na m² na základě vnějšího obdélníkového povrchu speciální nosné rohože Geocore BATISO Počet modulů BATISO: přibližněkusů Max. velikost modulu: 13,5 x 2,40 m Vzdálenost trubek: 150 mm Hmotnost modulu BATISO na m²: 2,5 kg/m² Připojovací potrubí (přívod + zpětný tok) na modul: m Výrobce: Geocore Typ: BATISO		m²		

Popis	Množství	Jednotka	Cena/jednotku, €	Celková cena, €
Spojovací trubka Pro individuální připojení modulů BATISO k rozdělovače topného okruhu nebo rozvodné trubky (Pokud není již integrováno v modulu), skládající se z: ■ Potrubí 20 mm PE-Xa z vysokotlakého síťovaného polyethylenu podle normy EN 15875, odolné proti kyslíku podle DIN 4726 ■ Proporcionální kabelové spony Geocore Multi pro upevnění trubek k výztužným rohožím zákazníka Rozměry: 20 mm Výrobce: Geocore		m		
Připojovací trubka „A“ alternativní poloha Pro individuální připojení modulů BATISO k rozdělovače topného okruhu (pokud již není integrován v modulu), skládající se z: ■ Potrubí 20 mm PE-Xa z vysokotlakého síťovaného polyethylenu podle normy EN 15875, s 5vrstvou difúzní bariérou a dodatečnou vnější vrstvou PEX pro ochranu proti mechanickému namáhání, odolná proti kyslíku podle DIN 4726 ■ Proporcionální kabelové spony Geocore Multi pro upevnění trubek k výztužným rohožím zákazníka ■ Speciální rohož pro vedení trubek z hladkého drátu s integrovanými prvky pro uchycení trubek a bezpečným bezpečnostním okrajem (EP 0957 317/DGBM 298 08 792.8), bez otřepů a ostrých hran ■ Háky BATISO pro zvedání, přesné nastavení výšky a stabilizaci úrovně trubky vzhledem k horší výztuhy (4/m²) (DGBM 298 08 790 U1) pro tloušťky tyčí do 15 mm Rozměry: 20 mm Výrobce: Geocore		m		

Popis	Množství	Jednotka	Cena/jednotka, €	Celková cena, €
Těsnostní zkouška Před nalitím betonu na desku by měly být potrubní registry podrobeny zkoušce těsnosti vodním tlakem podle normy ISO 11855. Zkušební tlak musí být dvojnásobkem provozního tlaku nebo alespoň 6 barů. Těsnost a zkušební tlak všech potrubních registrů musí být zkontrolovány před a během lití betonu a zdokumentovány. Namátkové kontroly nejsou dostačující. Při betonáži musí být přítomen specializovaný instalatér topných systémů, aby bylo možné případné poškození okamžitě odstranit. Pokud hrozí nebezpečí zamrznutí, je třeba použít nemrznoucí směs nebo provést zkoušku těsnosti vzduchem nebo inertním plynem. Před uvedením do provozu musí být systém podroben závěrečné zkoušce těsnosti podle oficiálního postupu pro stavební práce (DIN 18380) s provozním médiem a minimálním zkušebním tlakem 1,3násobek provozního tlaku v kterémkoli bodě systému, nebo minimálně 1 bar. Závěrečná kontrola a průběžné monitorování Konečná kontrola systému Geocore BATISO BIC se provádí za účelem kontroly polohy trubek a spojů před nalitím betonu. Průběžná kontrola se provádí během betonáže, aby se zabránilo poškození vnějšími vlivy.		jednotka		
		jednotka		

10.2 Systém Q

Předmluva/Popis systému

Úvod

Geocore BATISO Q je systém pro tepelnou aktivaci betonových desek pomocí vody protékající potrubními registry. Tepelná hmotnost betonové desky je využita umístěním potrubí přímo do tohoto konstrukčního prvku. Systém lze také použít k pokrytí základního zatížení vytápění.

Popis systému

Potrubní registry ve formě prefabrikovaných modulů BATISO s integrovanými připojovacími trubkami individuální délky pro instalaci mezi dolní výztuží a horní výztuží instalovanou na místě, sestávající z:

- Potrubí 20 mm PE-Xa vyrobené z vysokotlakého síťovaného polyethylenu podle normy EN 15875, s 5vrstvou difúzní bariérou a dodatečnou vnější vrstvou PEX pro ochranu před mechanickým namáháním, odolnou proti kyslíku podle DIN 4726
- Ocelová síť . Velikost ok sítě 150x150 mm
- Průchodka potrubí stropem (EP 0962710/DGBM 298 08 793.6)

S prohlášením o odpovědnosti společnosti Geocore:
10letá odpovědnost za výrobek (bez možnosti zániku) za osobní a následné škody, bez ohledu na dobu trvání pojistné smlouvy, za předpokladu, že jsou použity všechny specifikované systémové komponenty Geocore.

Postup výstavby

1. Stavební bednění (hrubá stavba)
2. Umístíte a upevníte prvky pro průchod potrubí stropem s otvorem pro vstup a výstup potrubí na bednění, aby bylo možné provést tlakové zkoušky bez poškození bednění (aktivace betonového jádra).
3. Pokládka spodní výztuže a příslušných distančních vložek (hrubá stavba).
4. Pokládka a vyrovnaní modulů na spodní výztuž podle instalačního plánu (aktivace betonového jádra).
5. Spojte moduly Geocore BATISO a případně delší spojovací trubky s chladicími/topnými smyčkami pomocí spojek.
6. Položte a upevníte spojovací trubky a provlečte je stropními průchodkami (aktivace betonového jádra).
7. Pokládka horní výztuže s příslušnými distančními vložkami (čtyři nebo šest nohou) na bednění (obvodový plášť budovy)
8. Zvedání modulů do neutrální zóny pomocí metody Geocore BATISO Hook (aktivace betonového jádra).
9. Tlaková zkouška všech instalovaných potrubních registrů (aktivace betonového jádra).

Školení k instalaci provádí zaměstnanec společnosti Geocore.

Přeprava (vyžaduje jeřáb) a meziskladování modulů BATISO
Moduly Geocore BATISO jsou dodávány ve svislé poloze na přepravních rámech pro různé fáze výstavby. K vyložení modulů z nákladního vozu a k jejich přepravě z meziskladu (pokud existuje) na úroveň instalace (úroveň komponentů/podlahy) je nutný jeřáb. V případě potřeby by měl být k dispozici prostor pro meziskladování modulů BATISO dodaných na místo.

Popis	Množství	Jednotka	Cena/jednotka, €	Celková cena, €
Zátěžový systém BATISO Q, metoda Geocore BATISO Hook				
Pro tepelnou aktivaci betonových desek, pro použití v obytných nebo nebytových budovách pomocí ocelové sítě sestávající z:		m²		
■ Prefabrikovaný modul specifický pro daný projekt ■ Trubka 20 mm PE-Xa vyrobená z vysokotlakého síťovaného polyethylenu podle normy EN 15875, s 5vrstvou difúzní bariérou a dodatečnou vnější vrstvou PEX pro ochranu proti mechanickému namáhání, kyslíkově odolná podle DIN 4726 ■ Ocelová síťovina, velikost ok 150 x 150 mm ■ Průchodový prvek potrubí stropem včetně 1 m ochranné trubky s otvorem pro vstup a výstup Potrubí pro: 1) provádění tlakových zkoušek modulů bez poškození bednění (EP 0962710 B1/DGBM 298 08 793.6), 2) přesně definované vedení potrubí z vrstvy deskové konstrukce, 3) připojení modulů k rozvodnému potrubí. Lze připojit několik jednotek za sebou ■ Jednotlivé připojovací trubky umístěné na modulu pomocí kabelových sponek Geocore Multi ■ Háčky BATISO pro zvedání, přesné nastavení výšky a stabilizaci úrovně potrubí vzhledem k horní výztuži (4/m²) (DGBM 298 08 790 U1) pro tloušťky tyčí do 15 mm				
Poznámka: Výpočet na m² na základě vnějšího obdélníkového povrchu speciální podpěrné rohože Geocore BATISO				
Max. velikost modulu:	5,0 x 2,15 m			
Vzdálenost trubek:	150 mm			
Hmotnost modulu BATISO na m²:	2,5 kg/m²			
Připojovací trubky (přívod + zpětný tok) na modul:	m			
Výrobce:	Geocore			
Typ:	BATISO Q			

Popis	Množství	Jednotka	Cena/jednotka, €	Celková cena, €
Spojovací trubka				
Pro individuální připojení modulů BATISO k rozdělovače topného okruhu nebo rozvodné trubky (Pokud není již integrováno v modulu), skládající se z:		m		
■ Trubka 20 mm PE-Xa vyrobená z vysokotlakého síťovaného polyethylenu podle normy EN 15875, s 5vrstvou difúzní bariérou a dodatečnou vnější vrstvou PEX pro ochranu proti mechanickému namáhání, odolná proti kyslíku podle DIN 4726 ■ Proporcionální kabelové spony Geocore Multi pro upevnění trubek k výztužným rohožím zákazníka Rozměry: 20 mm Výrobce: Geocore				
Připojovací trubka „A“ alternativní poloha				
Pro individuální připojení modulů BATISO k rozdělovači topného okruhu (pokud již není integrováno v modulu), sestávající z:				
■ Potrubí 20 mm PE-Xa s difúzní vrstvou EVOH (ethylenvinylalkohol). V souladu s normou EN ISO 15875 „Plastové potrubní systémy pro instalace teplé a studené vody ze síťovaného polyethylenu“ a splňuje požadavky na odolnost proti difúzi kyslíku podle normy DIN 4726 ■ Proporcionální kabelové spony Geocore Multi pro upevnění trubek k výztužným rohožím zákazníka ■ Ocelová síť , velikost ok 150 x 150 mm ■ Háčky BATISO pro zvedání, přesné nastavení výšky a stabilizaci úrovně potrubí vzhledem k horší výztuž (4/m²) (DGBM 298 08 790 U1) pro tloušťky tyčí do 15 mm Rozměry: 20 mm Výrobce: Geocore		m		

Popis	Množství	Jednotka	Cena/jednotka, €	Celková cena, €
Těsnostní zkouška Před nalitím betonu na desku by měly být potrubní registry podrobeny zkoušce těsnosti vodním tlakem podle normy EN 1264-4. Zkušební tlak musí být dvojnásobkem provozního tlaku nebo alespoň 6 barů. Těsnost a zkušební tlak všech potrubních registrů musí být zkontrolovány před a během lití betonu a zdokumentovány. Namátkové kontroly nejsou dostačující. Při lití betonu musí být přítomen specializovaný instalatér topných systémů, aby bylo možné okamžitě odstranit případné poškození. Pokud existuje riziko zamrznutí, je třeba použít nemrznoucí směs nebo provést zkoušku těsnosti vzduchem nebo inertním plynem. Před uvedením do provozu musí být systém podroben závěrečné zkoušce těsnosti podle oficiálního postupu pro stavební práce (DIN 18380) s provozním médiem a minimálním zkušebním tlakem 1,3násobku provozního tlaku v kterémkoli bodě systému, nebo minimálně 1 bar. Závěrečná kontrola a průběžné monitorování Konečná kontrola systému Geocore BATISO Q se provádí za účelem ověření polohy trubek a spojů před nalitím betonu. Během betonáže se provádí průběžné monitorování, aby se zabránilo poškození vnějšími vlivy.		jednotka		
		jednotka		

Geocore je mezinárodní lídr na českém trhu, který se snaží poskytovat lepší řešení v oblasti instalatérství, vnitřního klimatu a infrastruktury.

V úzké spolupráci s odborníky ze stavebního průmyslu neustále hledáme inovativní způsoby, jak zajistit, aby naše systémy nabízely nejúčinnější, nejspolehlivější a výkonná řešení pro obytné a komerční stavby po celém světě.

Všechna naše řešení jsou navržena tak, aby obohatila život lidí: jsou rychlá a snadná na instalaci, šetří vodu a energii, poskytují pohodlí a zdraví a přinášejí klid.



Pohodlí

Útulnost, pohodlí a komfort – slova, která se snadno vyslovují. My je dokazujeme. Řešeními, která nejen usnadňují vaši práci, ale také zlepšují kvalitu života vašich zákazníků. Každý den. Doma i v práci. A často je ani nevidíte.



Udržitelnost

Udržitelnost pro nás znamená dělat věci, za které můžeme i zítra nést odpovědnost. Zaměřujeme se na šetrnost k životnímu prostředí materiály a inovativní technologie, které šetří energii a snižují emise CO₂.



Zdraví

Jak zůstává pitná voda stoprocentně čistá a čerstvá? Který topný systém je vhodný pro alergie a zabraňuje průvanu a vlhkým stěnám? Otázky jako tyto – a správné odpovědi – jsou pro nás důležité. Protože pouze ta nejlepší technologie nás udržuje zdravé.



Bezpečnost

Bezpečnost je základní lidskou potřebou. Pokud se nic nestane, je vše v pořádku. Díky našim dlouholetým zkušenostem se můžete spolehnout na kvalitu a spolehlivost systémů, které instalujeme. Abyste se mohli bezpečně věnovat tomu, na čem vám záleží.



Efektivita

Když vše funguje hladce, rychle a spolehlivě, nazýváme to efektivitou. A právě to je náš cíl – od plánování a instalace až po dlouhodobé používání – vždy splnit vaše přesné požadavky. S časovými a finančními výhodami, které vás potěší!

Společnost Geocore si vyhrazuje právo provádět bez předchozího upozornění změny ve specifikacích použitých komponentů v souladu se svou politikou neustálého zlepšování a vývoje.



Geocore s.r.o.

Na Štáhlavce 1401/7

160 00 Praha 6

Česká republika

T: +420 777 409 900

info@geocore.cz

www.geocore.cz/produkty/stropni-vytapeni-a-chlazení/

GEOCORE®