

KONŠTRUKCIE BUDOV S TAKMER NULOVOU SPOTREBOU ENERGIE

Dynamické izolačné systémy

Mohammad Fawaier, doktorand

Dátum: august 2021

Modul 2, kapitola 6



Erasmus+

Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



Ciel' a rozsah pôsobnosti

- Preskúmať rôzne štruktúry tepelnej izolácie budov.
- Predstaviť pozadie a koncepciu konvenčnej a dynamickej (aktívnej) izolácie.
- Úsilie zamerané na dosiahnutie budovy s takmer nulovou spotrebou energie (NZEB).
- Matematické modely, experimentálne štúdie a numerické simulácie vykonané v literatúre.

ÚVOD

Dynamická izolácia ako prístup k nzeb

Dva rozhodujúce faktory pre energeticky efektívne stavebníctvo sú dodávky energie z udržateľných zdrojov počas celého roka a efektívne využívanie vyrobenej energie s minimálnymi stratami.

Sektor stavebníctva sa na celosvetovej spotrebe energie podieľa približne 40 %.

Izolačné systémy budov možno rozdeliť do dvoch kategórií: konvenčné a dynamické izolácie

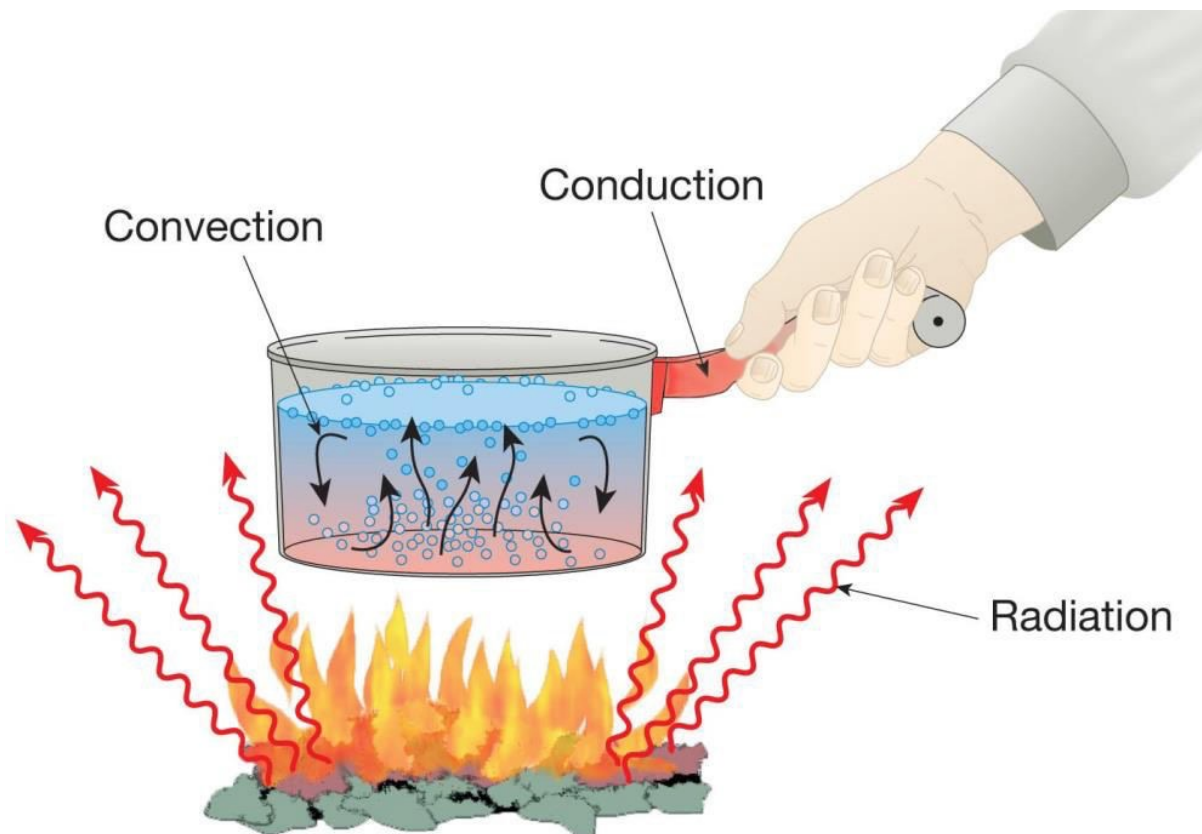
Spotreba energie v Európe rastie ročne o 1,5 % v dôsledku hospodárskeho rastu, rozširovania stavebného sektora a rozvoja služieb v budovách, najmä systémov HVAC.

Európska únia preukázala svoje odhodlanie riešiť tento problém zavedením iniciatívy "2020 do roku 2020", ktorá plánuje znížiť emisie energie o 20 % a zvýšiť podiel energie z obnoviteľných zdrojov o 20 % v roku 2020 v porovnaní s úrovňou v roku 1990.

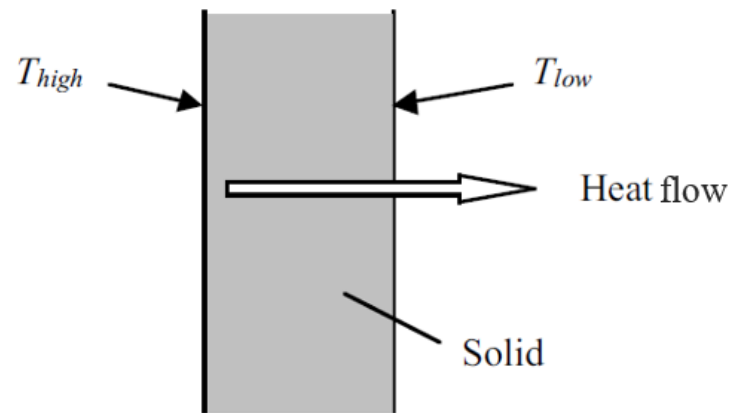
DYNAMICKÁ IZOLÁCIA AKO PRÍSTUP K NZEB

Šírenie sa tepla v budovách

V budovách existujú tri základné spôsoby prenosu tepla: vedenie, prúdenie a sálanie.



ŠÍRENIE SA TEPLA VEDENÍM



Prvým je vedenie, ktoré je definované ako prenos tepla cez látku, ktorý nezahŕňa pohyb látky.



Pri vedení sa energia prenáša vo vnútri a cez samotné teleso, na rozdiel od ostatných spôsobov prenosu tepla.

Šírenie sa tepla prúdením (konvekcia)

Voľná konvekcia : Vzniká v dôsledku rozdielu teplôt kvapaliny, čo vedie k rozdielu hustoty, a tým k vztlakovej sile.

Nútená konvekcia: K umelo vyvolanej konvekcii dochádza vtedy, keď je kvapalina nútená prúdiť cez povrch pomocou vonkajšieho zdroja, ako je napríklad ventilátor alebo čerpadlo.

Šírenie sa tepla sálaním

1

Pri šírení sa tepla sálaním sa energia môže prenášať priestorom bez existencie látky.

2

Sálanie má zásadný význam pre telesá s vysokou teplotou, ako je napríklad Slnko, ktoré prenáša energiu elektromagnetickým žiarením.

3

Napriek tomu všetky existujúce telesá vyžarujú energiu vo forme fotónov, ktoré sa šíria náhodným smerom a majú náhodnú fázu a frekvenciu.

Pozadie tepelnej izolácie



Tepelná izolácia obvodových plášťov budov zohráva významnú úlohu pri úspore energie tým, že vytvára dodatočnú vrstvu s vysokým tepelným odporom medzi vnútorným a vonkajším prostredím.



Hlavným cieľom je nájsť čo najvyšší tepelný odpor materiálov s čo najnižšími nákladmi.



Dynamickú izoláciu možno dosiahnuť tak, že sa do izolačnej vrstvy pridá tečúca kvapalina, ktorá dokáže zachytiť tepelné straty v celom obvodovom plášti budovy.

Tepelná izolácia v obytných budovách



Úspora energie znížením miery tepelných strát alebo tepelných ziskov potrubí, kanálov, zariadení a stavebných konštrukcií



Regulácia povrchovej teploty stavebných konštrukcií a zariadení pre pohodlie a ochranu osôb



Zabránenie kondenzácii vlhkosti na povrchoch stavebných konštrukcií



Zníženie výkyvov teploty v klimatizovanom priestore pre osobné pohodlie



Zabezpečenie požiarnej ochrany



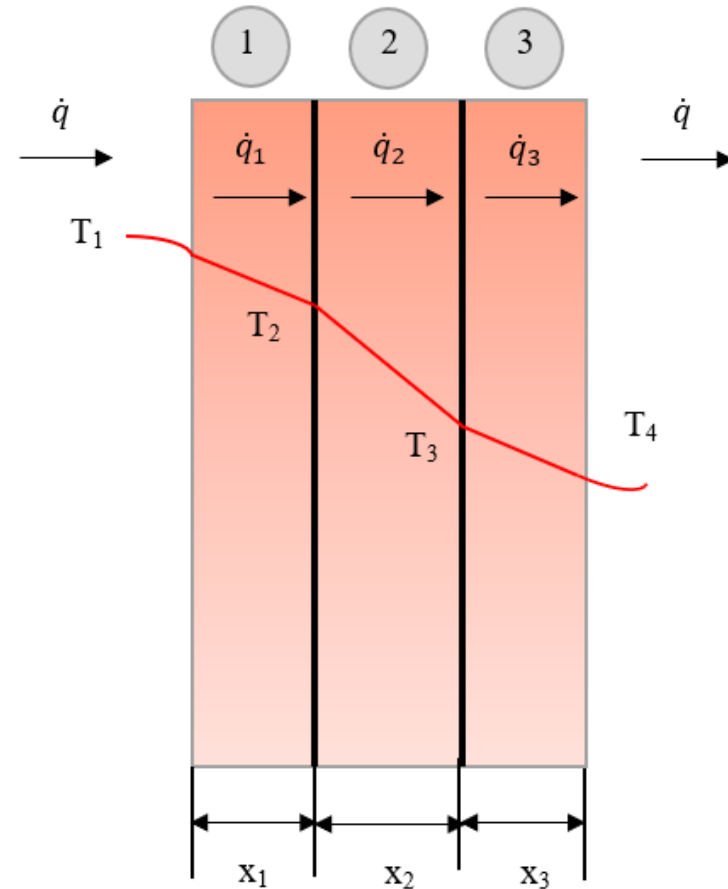
Zníženie úrovne hluku a vibrácií



Zníženie rastu plesní

Šírenie sa tepla cez stenu kompozitných vrstiev

V priebehu rokov predstavili inžinieri technických zariadení budov niekoľko nových riešení na zníženie spotreby energie v budovách prostredníctvom vyladenia prechodu tepla cez obvodový plášť budovy.



Šírenie sa tepla cez stenu kompozitných vrstiev

Vo vrstvách kompozitných stien prevláda spôsob šírenia sa tepla vedením, pretože energia horúcejšej molekuly sa prenáša na chladnejšiu molekulu.

Steny budov sa zvyčajne stavajú z niekoľkých vrstiev, ako je znázornené na obrázku 6.3, kde je znázornená schéma prestupu tepla v trojvrstvovej stene.

Fourier zistil, že tepelný tok vedením v danom smere je priamo úmerný rozdielu teplôt ΔT v smere tepelného toku a nepriamo úmerný vzdialenosti Δx v tom istom smere.

Tepelný odpor každej vnútornej a vonkajšej vrstvy vzduchu závisí od geometrie steny, rýchlosti prúdenia vzduchu, smeru tepelného toku a typu konvekčného prenosu tepla.

Tepelná izolácia budov

Použitím statických izolačných materiálov sa znižujú tepelné straty fasádami budov v dôsledku teplotného rozdielu medzi interiérom a exteriérom.



Iným riešením je dynamická izolácia s premenlivým tepelným odporom

Dynamická tepelná izolácia = Konvenčná tepelná izolácia + Dynamická tepelná výmena v obvodovom plášti

KONVENČNÁ tepelná izolácia

V súčasnosti je k dispozícii viacero statických izolačných materiálov, od tradičných/konvenčných až po vysokoúčinné tepelné izolácie, pričom posledne menované vykazujú oveľa nižšie hodnoty tepelnej vodivosti

Izolačná schopnosť budovy závisí od mnohých faktorov vrátane jej tepelnej zotrvačnosti, schopnosti pohlcovať vlhkosť a vzduchotesnosti, nielen od typu a hrúbky izolačného materiálu.

V zime napríklad staticky vyššia úroveň izolácie pomôže znížiť tepelné straty budov, ale zároveň obmedzí tok tepla cez stenu, keď je to potenciálne cenné.

KONVENČNÁ tepelná izolácia

Tradičný spôsob myslenia je taký, že vyššia konštantná hodnota R obálky vždy znižuje spotrebu energie a prevádzkové náklady na energiu.

	Materiál	Tepelná vodivosť [mW/(mK)]
Konvenčné	Celulóza	40-50
	Korok	
	Minerálna vlna	30-40
	Expandovaný polystyrén (EPS)	
	Extrudovaný polystyrén (XPS)	
	Polyuretán (PUR)	20-30
Najmodernejšie technológie (Vysoký výkon)	Aerogély	13-14
	Vákuové izolačné panely (VIP)	3-4
	Vákuové izolačné materiály (VIM)	< 4
	Plynové izolačné materiály (GIM)	
	Nanoizolačné materiály (NIM)	

Dynamická izolácia



Pozostáva z dvoch typov:

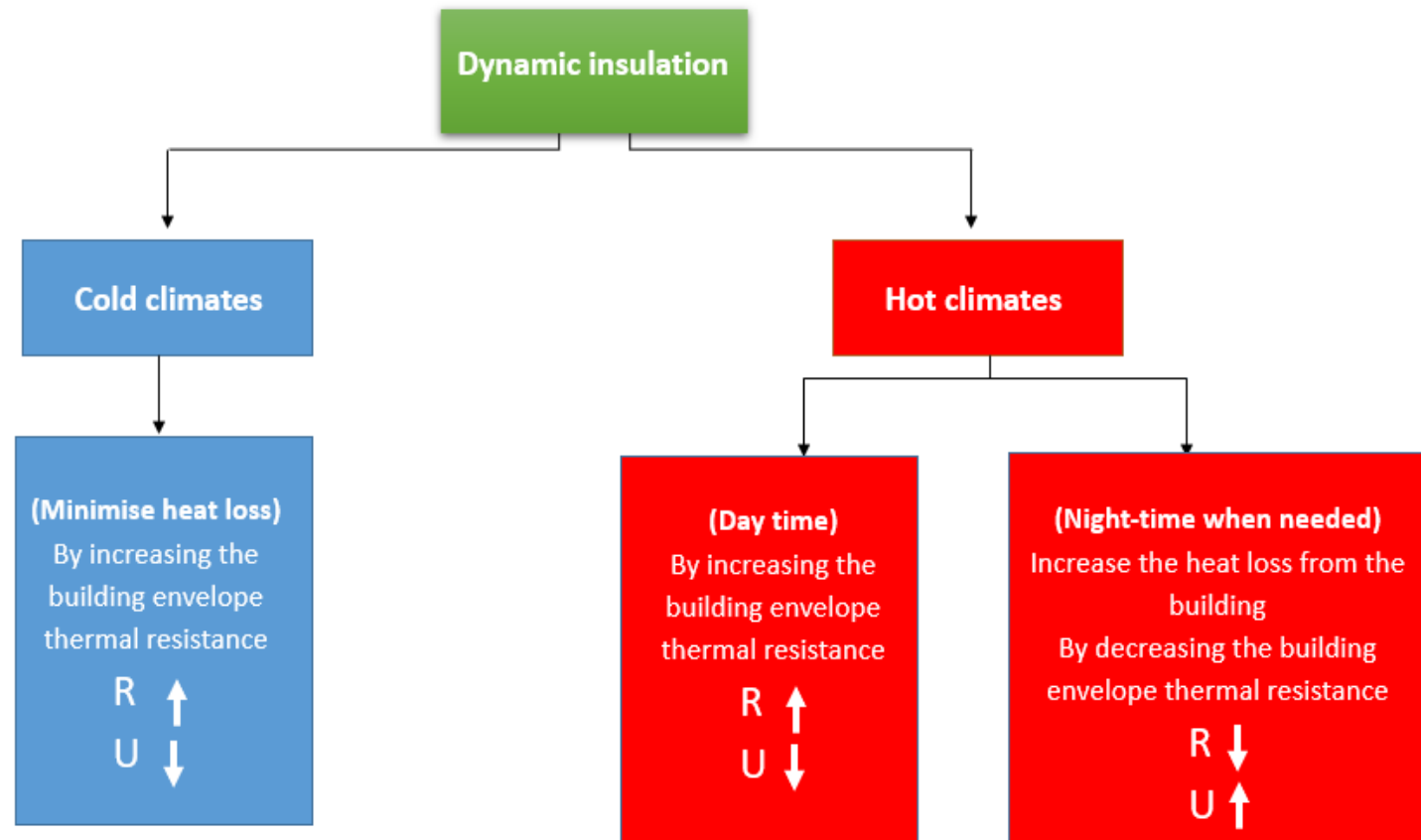


výmenník tepla Proflux, prúd vzduchu a tepelný tok sa pohybujú v rovnakých smeroch



Výmenník tepla Contraflux, prúd vzduchu a tepelný tok sa pohybujú v opačných smeroch

Možné dynamické stratégie izolácie na základe klímy a účelu použitia



Výhody dynamickej izolácie



System môže fungovať ako výmenník tepla, t. j. vnútorné vetranie sa môže v zime predhrievať a v lete chladiť.



DI môže fungovať ako filter, ktorý dokáže zachytávať častice s priemerom menším ako $0,5 \mu\text{m}$ a väčším ako $5 \mu\text{m}$, čím zabezpečuje lepšiu kvalitu vzduchu v interiéri.

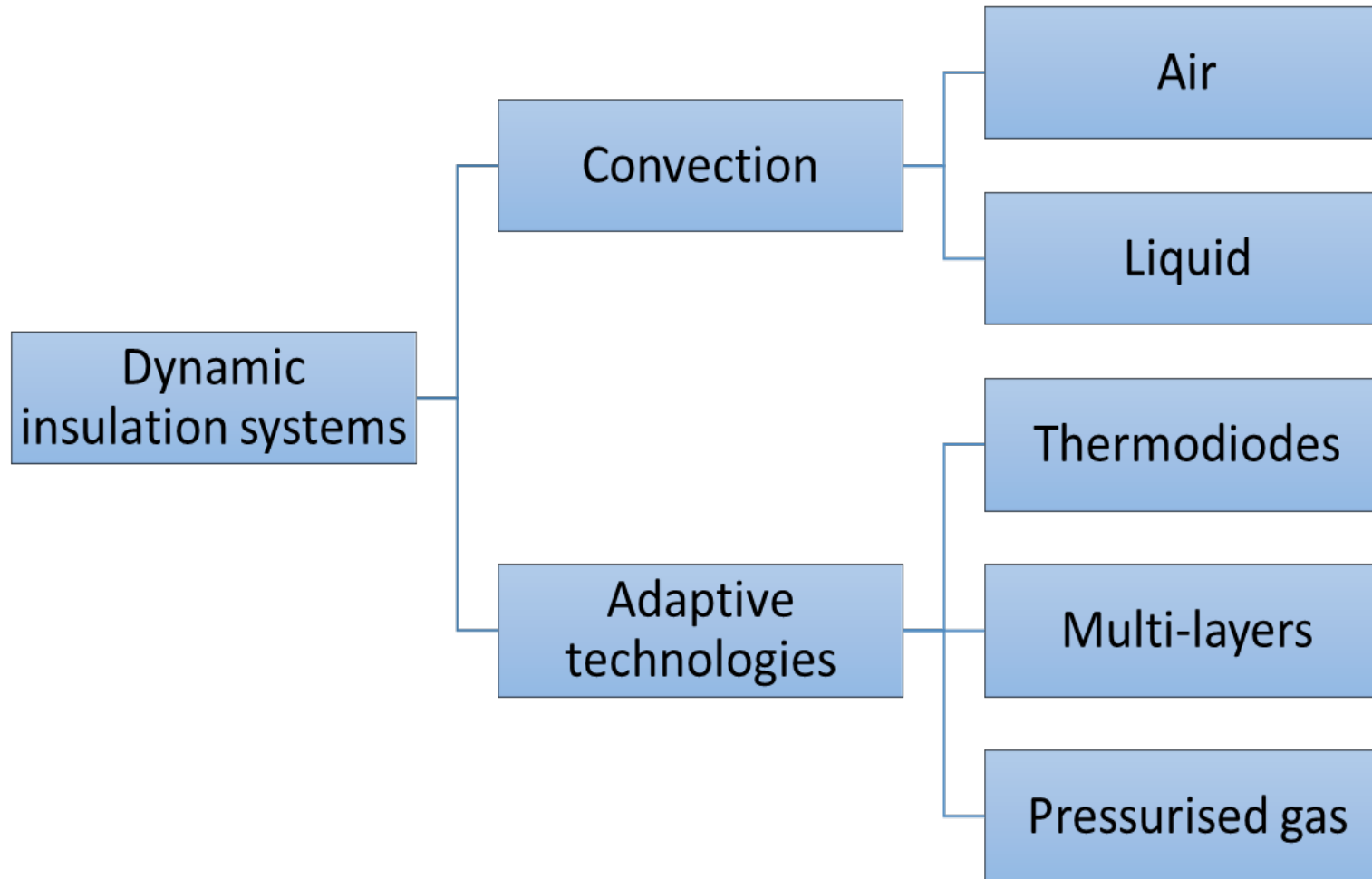


Dynamická izolácia obmedzuje prechod vodných pár do vnútorného prostredia v protiprúdovom režime, čím znižuje nebezpečenstvo medzipriestorovej kondenzácie a tvorby plesní.



Keďže tepelné straty cez stavebnú konštrukciu by boli oveľa menšie pri použití DI, predstavovalo by to lepšie riešenie ako použitie konvenčného plášťa budovy.

Dostupné aplikácie



Dynamická izolácia konvekciou



Základný princíp dynamickej izolácie spočíva v tom, že do statickej izolačnej vrstvy sa pridáva tečúca kvapalina.



Preto je jeho cieľom minimalizovať tepelné straty obvodového plášťa budovy tým, že umožňuje účinný predohrev vetracieho vzduchu a zachytenie tepelných strát cez obvodový plášť.



Pre zjednodušenie sa v tejto časti DI spracováva na základe zimného obdobia, takže tepelné straty budú smerovať z interiéru do exteriéru.

Dynamická izolácia pomocou vzduchu



Pozostáva z dvoch hlavných typov:

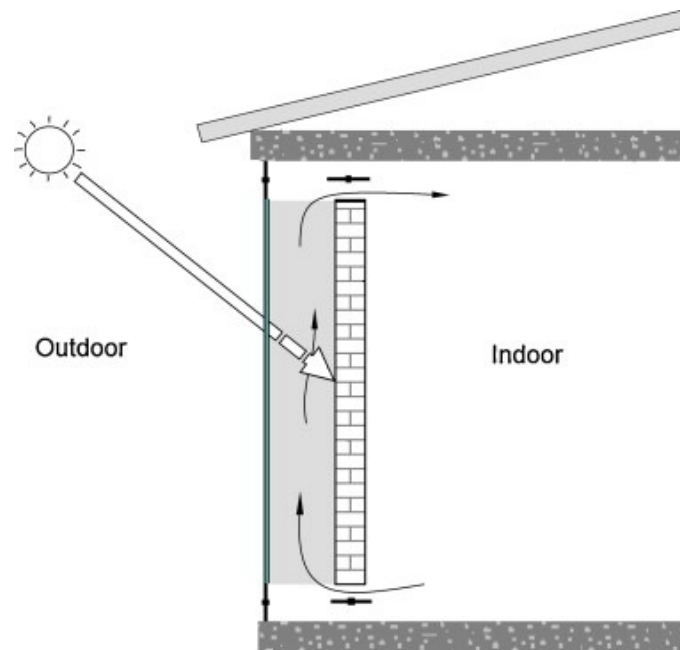


Dutiny v stene na cirkuláciu vzduchu (parietodynamická stena).

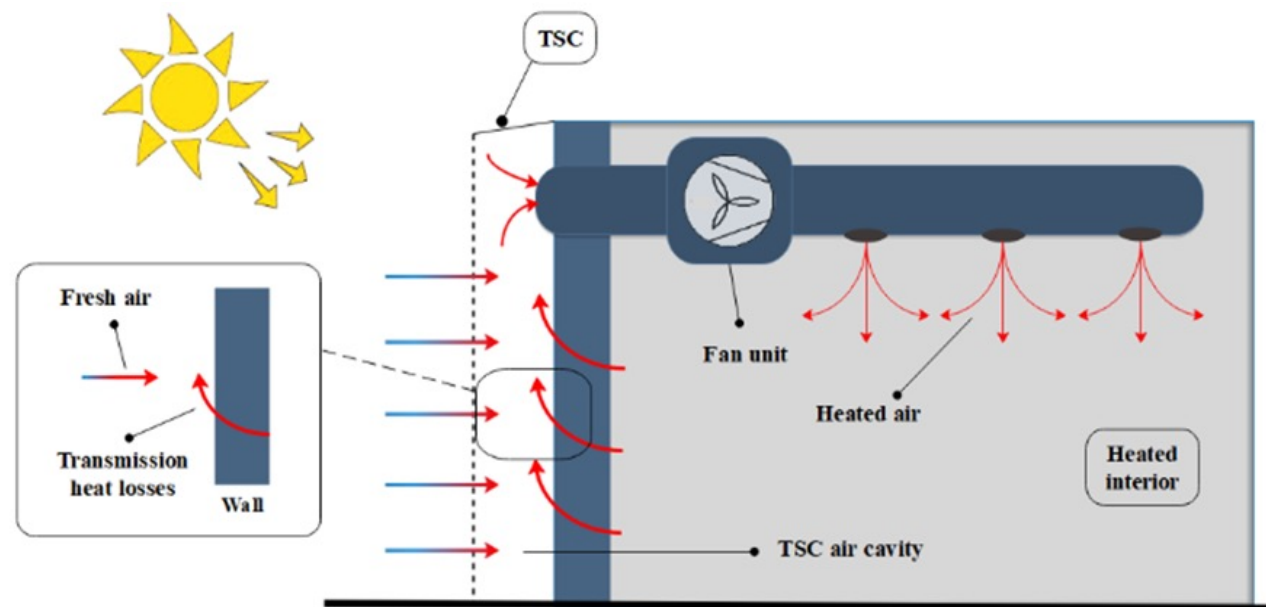


Použitie dýchacích stien, čo je konštrukcia steny prepúšťajúcej vzduch, ktorá umožňuje prechod vzduchu (permeodynamická stena).

Aplikácie využívajúce vzduchovú dynamickú izoláciu



Trombeho stena



Transpiračný solárny kolektor (TSC)

Dynamická izolácia pomocou kvapaliny



Druhý, kvapalinový systém dynamickej izolácie sa vykonáva pomocou kvapalín, ako je voda alebo chladivo.



Pri tomto type je systém potrubí umiestnený vo vnútri konštrukcie vonkajšieho plášťa budovy, v ktorom cirkuluje vykurovacie a chladiace médium v závislosti od požadovaného použitia.



Táto tepelná bariéra zlepšuje tepelnú pohodu v lete aj v zime a znižuje tepelné straty o 63 % v porovnaní s bežnými statickými izolačnými materiálmi.



V konštrukcii steny bola namontovaná aktívna stenová bariéra Thermo na báze vody, kde systémové rúrky zabezpečujú aktívnu tepelnú bariéru na prenos tepla medzi vonkajším a vykurovaným priestorom.

Dynamická izolácia pomocou kvapaliny



Výskum sa experimentálne uskutočnil v rodinnom dome v Nyíregyháze v Maďarsku.

Dynamická izolácia - adaptívne izolačné technológie



Napriek výhodám použitia dynamickej konvekčnej izolácie vzduchom alebo kvapalinou má táto metóda niekoľko problémov.



Tieto výzvy súvisia so zložitou konštrukciou systému a mechanickými komponentmi potrebnými na cirkuláciu kvapaliny.



Preto existujú aj iné prístupy, ktoré výskumníci použili na integráciu tejto technológie do fasád budov.

Používanie termodiód

Prvá metóda využíva obojsmernú termodiódu, ktorá môže prenášať teplo v jednom smere a poskytovať izoláciu v druhom smere.

Varga; Chun a ďalší výskumníci skúmali rôzne konštrukčné varianty obojsmernej termodiódy v podmienkach chladiaceho a vykurovacieho obdobia.

Používanie viacvrstvových materiálov



Ďalším mechanizmom je použitie viacvrstvovej izolácie, ktorá umožňuje prepínanie medzi vysokými a nízkymi hodnotami R.

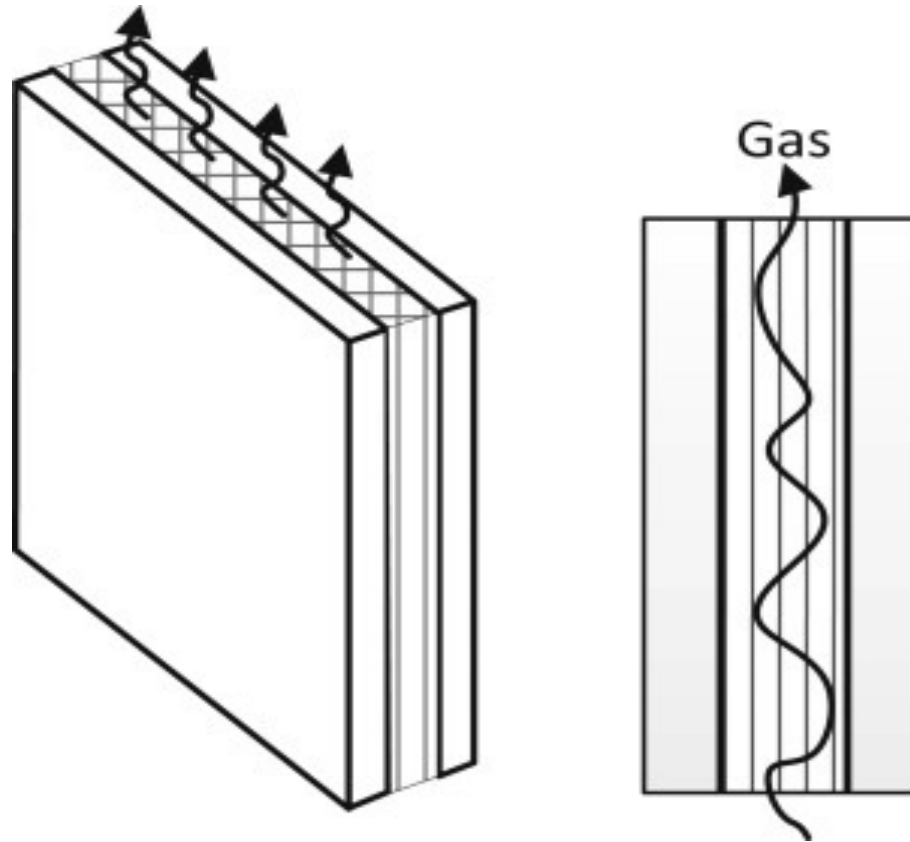


Kimber; Park a ďalší navrhli novú multifunkčnú izoláciu, kde sa rôzne aspekty zameriavajú na izolačné aj vodivé konfigurácie.



Izolačné médium možno nastaviť pomocou radiacích stratégií na základe denných, týždenných alebo sezónnych teplotných rozdielov medzi vnútorným a vonkajším prostredím.

Používanie viacvrstvových materiálov



Používanie stlačeného plynu

Bolo implementovaných niekoľko prístupov k návrhu premenlivého odporu (dynamická hodnota U) pomocou tlaku plynu.

Benson a kol. predstavili koncept vákuovej izolácie s premenlivou vodivosťou

Rozdiel tepelného odporu systému sa dosiahol elektronickým nastavením teploty malého hydridu kovu pripojeného k vákuovému obalu.

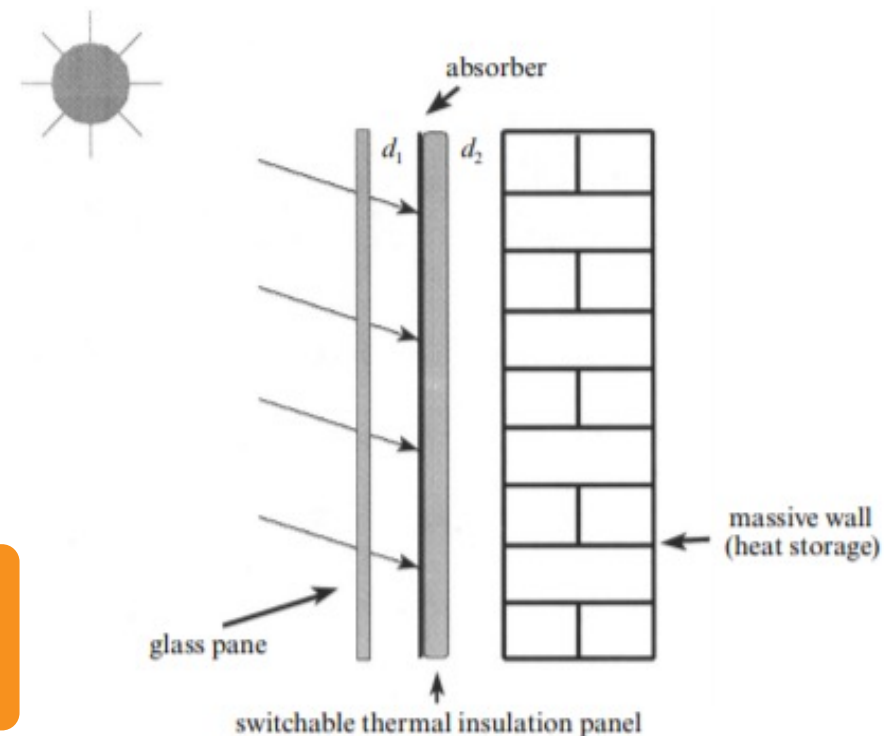
Reguláciou tlaku vzduchu Berge a kol. vyvinuli metódu na moduláciu tepelnej vodivosti vzduchu v nanopórovitej štruktúre dymového oxidu kremičitého vo vákuovom izolačnom paneli a aerogélovej prikrývke.

Zistenia ukázali, že pri tlaku od 1 do 100 kPa sa tepelná vodivosť v prípade dymového oxidu kremičitého menila približne trikrát a v prípade aerogélovej prikrývky menej ako dvakrát.

Používanie stlačeného plynu

Horn a kol. predstavili prepínateľnú tepelnú izoláciu pomocou stlačeného plynu.

Metóda využíva hydrid kovu na úpravu tlaku plynného vodíka vo vnútri panelu, čím sa tepelná vodivosť zmení približne o polovicu.



Ďakujeme vám za pozornosť!

Dynamické izolačné systémy

Mohammad Fawaier, doktorand

Dátum: august 2021

Modul 2, kapitola 6



Erasmus+

Za názory a stanoviská vyjadrené v tejto publikácii nesie výhradnú zodpovednosť autor (autori) a nemusia nevyhnutne odrážať názory Európskej komisie.

Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

