

**ПРИМЈЕНА АЕРОГЕЛА КАО ТЕРМОИЗОЛАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА
APPLICATION OF AIRGEL AS THERMAL INSULATION MATERIAL**Вања Поповић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – АРХИТЕКТУРА**

Кратак садржај – Рад се састоји из теоријског и практичног дијела. У теоријском дијелу је приказано истраживање аерогела као термоизолационог материјала, његових својстава као и могућности примјене. Аерогел је материјал савременог доба, убраја се у групу енергетски ефикасних материјала те као такав има изузетно низак коефицијент топлотне проводљивости, најмању густину и најнижу звучну проводљивост. У практичном дијелу је урађен прорачун енергетске ефикасности објекта гдје је као термоизолациони материјал употребљен иновативни материјал аерогел.

Кључне речи: Аерогел, термоизолација, енергетска ефикасност

Abstract – The paper consists of a theoretical and a practical part. In the theoretical part, the research of airgel as a thermal insulation material, its properties and application possibilities is presented. Airgel is a modern material, it is included in the group of energy-efficient materials and as such has an extremely low thermal conductivity coefficient, the lowest density and the lowest sound conductivity. In the practical part, the calculation of the energy efficiency of the building was made, where the innovative material airgel was used as a thermal insulation material.

Keywords: Airgel, thermal insulation, energy efficiency

1. УВОД

Животна средина представља све оно што нас окружује, односно све оно са чим је човјек повезан, директно или индиректно. С тим у вези, јавља се појам одрживог развоја, односно потреба да се сачува животна средина за будуће генерације.

Важност и значај примјене енергетски ефикасних материјала у савремено доба огледа се у смањеном негативном утицају новоизграђених и постојећих објеката на животну средину као и у рационалнијем коришћењу енергије.

Сматра се да је примјеном енергетски ефикасних материјала и одређених мјера енергетске ефикасности могуће постићи уштеду енергије и до 75% [1].

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била доц. др Весна Булатовић.

У раду се анализира примјена енергетски ефикасног материјала у грађевинарству и његове термичке особине, које омогућавају одржавање оптималне температуре у унутрашњости, у свим временским условима, а уз нижу потрошњу енергије и мањим негативним утицајем на животну средину.

2. ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ У АРХИТЕКТУРИ

Када се говори о енергетској ефикасности, потрошња, односно уштеда енергије је у првом плану. Важно је разликовати уштеду енергије и енергетску ефикасност. Под уштедом енергије потпадају мјере које се предузимају са циљем беспотребног утрошка енергија, док се енергетска ефикасност односи на употребу технологије за чији рад је потребно мање енергије. Битно је истаћи да се енергетска ефикасност ни у ком смислу не посматра као штедња енергије, зато што штедња подразумијева одређења одрицања, док ефикасна употреба енергије не утиче на квалитет живљења.

2.1. Мјере енергетске ефикасности

Најчешће мјере које се предузимају у циљу смањења губитака енергије и повећања енергетске ефикасности су: изолација простора који се грије или хлади, замјена дотрајале или неефикасне столарије, замјена или уградња ефикасних система за гријање, климатизацију и вентилацију, уградња мјерних и регулационих уређаја, замјена необновљивих енергената обновљивим, замјене енергетски неефикасних потрошача ефикаснијим, коришћење пасивних и активних соларних система [2].

2.2. Енергетски ефикасни објекти

Ефикасност и коришћење енергије и ресурса постала је најважније мјерило квалитета зграде. Улагањем у материјале за термоизолацију и коришћење обновљивих извора енергије повећава се вриједност зграде и омогућава се брз повратак уложених средстава у периоду од пет до десет година [3].

2.3. Елаборат енергетске ефикасности

Утврђивање испуњености услова енергетске ефикасности зграде врши се израдом елабората ЕЕ, који је саставни дио техничке документације која се прилаже уз захтјев за издавање рјешења којим се одобрава извођење радова на адаптацији или санацији објекта, као и енергетској санацији [3].

2.4. Енергетска ефикасност у Србији

О стању зградарства у Србији (нарочито се односи на стамбени сектор), пуно говори податак да просјечно домаћинство троши 200-400 kWh/m² док је тај податак за Европску Унију ~75 kWh/m². У Србији се потроши 2, 5 пута више струје од свјетског просјека по јединици друштвеног производа, што је упозорење да треба да се смањи потрошња електричне енергије у циљу очувања природних ресурса за будуће генерације. Стамбене зграде чине 75% свих зграда у Србији и као такве представљају највећи потенцијал уштеде енергије [4].

Енергетски ефикасне технологије, доступне у Србији, када се говори о стамбеном сектору су изолација објеката, уградња енергетски ефикасне столарије и инсталација ефикасних котлова [4].

4. ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛИ

Грађевинарство је једно од области која су доживјела посебан напредак кроз историју. Сходно томе, енергетски ефикасни материјали могу да се дефинишу као материјали који обезбјеђују мању потрошњу енергије уз истовремено одржавање констатног комфора у простору. Такође, овакви материјали се формирају тако да емитују што мање CO₂, те се на тај начин постиже очување животне средине. Енергетска ефикасност зграде зависи од термичких особина његовог омотача, материјала зидова, врсте прозора и заптивености отвора у фасади зидова. Термичка својства грађевинских материјала зависе од његовог састава и структуре. У посљедњој деценији у употреби су иновативни материјали (природни и вештачки) који су способни да чувају топлоту и смањују трошкове гријања и хлађења а добра су алтернатива традиционалним материјалима.

4.1. Термоизолациони материјали

Термоизолациони материјали имају функцију да заштите објекат од спољашњих топлотних промјена, те да одрже констатну температуру унутрашњег простора. Да би се један материјал могао назвати термоизолационим, мора имати ниску вриједност коефицијента топлотне проводљивости.

4.2. Аерогел као термоизолациони материјал

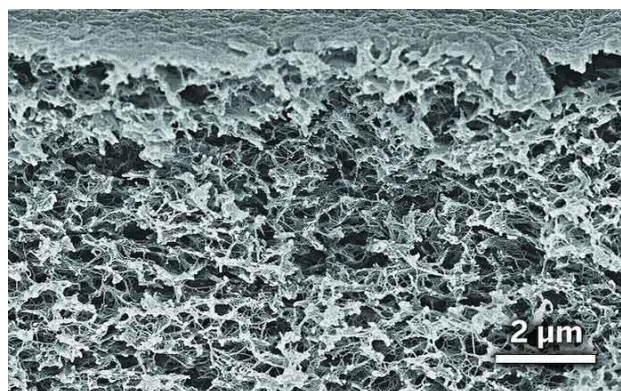
Аерогел је један од најлакших познатих тврдих материјала. Представља љуску, у чијим се порам налази гас, а поре се крећу у распону од 1 до 100 нанометара у пречнику. Веома је крт, има највећу вриједност топлотне изолације, најнижу густину и најнижу звучну проводљиво. Изолацију аерогелом произвела је НАСА и сматра се најбољим и најјачим изолатором [5]. Аерогелови су суви материјали које се добијају из гела, тако што се у процесу производње из њега извлачи течна компонента. Умјесто ње се у порам налази гас или вакум. Густина овог материјала износи само 0, 3 - 3 g/dm³. Иако наизглед имају њежну структуру, многи аерогелови имају веома добре механичке особине, а посебно су отпорни на притисак и развлачење. Транспарентан је и посјеђује својства супертермоизолације. Потпуно је водоотпоран и врло добро пропушта пару. Најзаступљенији аерогелови и са најбољим својствима су **силикатни аерогелови** [5].



Слика 1. Изглед аерогела

Највећи недостатак чистих аерогелова јесте то што су крти, те се самим тим у знатној мјери се не искористе остале позитивне особине. Убацивањем разних полимера, премаза или комбинацијом различитих супстанци, могуће је добити отпорније и еластичније аерогелове. Захваљујући томе, отпорнији аерогелови који су се добили помоћу јефтинијих полимера налазе много ширу примјену него што су је прије имали [5].

Изолационе карактеристике аерогела су веома значајне. Просјечна вриједност ламбда коефицијента код силикатног аерогела је 0, 014 W/mK (код камене вуне креће се између 0, 035-0, 04 W/mK, из чега може да се закључи да је овај материјал одличан топлотни изолатор. Такође, обезбјеђује и добру звучну изолацију. Пропушта свјетлост, док порозна структура доприноси смањењу брзине звука. Аерогел може да редукује буку до око 5dB [6].



Слика 2. Електронски микрограф хелијске структуре аерогела

Предности аерогела као изолације: веома добре термоизолационе карактеристике, мања маса и дебљина изолације, мање мјеста за складиштење, изванредна хидрофобна својства чине аерогел водоотпорним, непромењиве карактеристике током времена, велика отпорност на пламен, емисију дима и температурне промене, еластичне особине које олакшавају монтажу, материјал који дише јер пропушта водену пару изузетна антисептичка својства, нешкодљивост за околину спољашња и унутрашња примјена.

Мане аерогела: крост, висока цијена.

Термин аерогел се не односи на одређену супстанцу, већ на све супстанце које имају чврсту структуру са великим бројем пора испуњених гасом. Неке од најзаступљенијих супстанци од којих се праве аерогелови су:

силицијум, оксиди прелазних метала, оксиди лантаноида и актиноида, оксиди калаја, органски, биолошки полимери, полупроводне наноструктуре, угљеник, угљенична наноцев, метали [6].

Што се грађевине тиче, висока цијена аерогела за сада га чини неекономичним за коришћење као стандардна изолација. Ефикасан је као испуна зидног панела или провидног кровног прозора, може да се користи и као подна изолација и изолација цеви. Највећу примјену је нашао у виду трака за заптивање и спречавање појаве топлотних мостова. Аерогел се за сада махом примењује у санацији историјских објеката јер је готово прозиран, а потребна је далеко мања дебљина за изолацију од других материјала [7].

Компанија БАСФ је 2019. године на сајму БАУ представила нову генерацију аерогелова за термоизолацију - **Слентех** и **Слентите**. Слентекс (Слика 4) је флексибилан аерогел базиран на силикату, који има вриједност термичке проводљивости $0,0019 \text{ W/(mK)}$ што омогућава прављење веома танких изолационих слојева. Заправо, потребно је упола мање материјала него код код стиропора. Слентех се може наћи на тржишту у плочама дебљине 10 mm [7].



Слика 4. Приказ Слентекс аерогела

Слентите (Слика 5) је први механички стабилан полиуретански аерогел за изолационе плоче. Захваљујући његовој нанопорозној морфологији, Слентите има врло ниску термичку проводљивост – само $0,0018 \text{ W/(mK)}$. На тржишту се може наћи у виду панела дебљине 2 cm од 2021. године [7].



Слика 5. Приказ Слентите аерогела

Код нас се на тржишту аерогел може наћи као додаток високо ефикасног изолационог малтера на основи креча. Овакав малтер је нашао примјену код санације старих објеката и изоловања историјских објеката, гдје се са 3 до 5 cm дебљине наноса постижу жељени

резултати. Могу да се нађу и аерогел високоизолационе негориве плоче од минералних влакана за негориве спољашње изолационе системе.

5. ТЕХНИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

5.1. Технички опис

Предмет енергетске санације представља стамбено пословни објекат, спратности подрум, приземље и пет спратова (По + П + 5). Објекат се налази у Петроварадину, на углу Прерадовићеве и Рељковићеве улице. На парцелу се улази пјешачки и колски са дуже стране Прерадовићеве улице. Стамбени пословни објекат – Ламела 2 постављен је на предњу грађевинску линију која се преклапа са границом парцеле, тј. са регулационом линијом. Габарит зграде је правоугаони, описаних спољних димензија 29, 58 x 20, 72m.

Све отворене површине уличних фасада су пројектоване као лође, дворишних као лође и наткривене терасе. На фасадама према Прерадовићевој улици и фасадама према дворишту у висини од првог до петог спрата истурени су еркери дубине 120cm на предвиђеној дужини. Грађевинска висина приземља у локалима је 360cm, становима 290cm а на спратовима 270cm.

Конструктивни систем је скелетни, изведен на лицу мјеста, састављен од АБ стубова и греда, платана, међуспратних масивних плоча, а све према статичком прорачуну и плану оплате. Све међуспратне конструкције су пуне АБ плоче дебљине 20cm, гдје је камена вуна коришћена као систем изолације.

Кровна конструкција објекта је двоводна од резане грађе четинара II класе. Фасадни зидови изведени од YTONG блокова дебљине 25cm. Зидови су малтерисани са унутрашње стране, док је са спољашње стране примijeњен „RÖFIX“ Аерогел систем изолације (RÖFIX IB 015 аерогел изолациона плоча). Унутрашњи зидови су од YTONG блокова дебљине 20 и 25 cm – између станова. Унутрашњи зидви који се граниче са негријаним простором такође су изоловани горе већ поменути системом изолације. Преградни зидови су од YTONG блокова дебљине 15 и 12 cm од гипс картонских плоча.

Материјал који је предвиђен за подове је храстов паркет I класе. Керамички подови су од гранитне керамике великог формата. Подови на терасама су керамички отпорни на мраз. Предвиђене врсте подова су усклађене са важећим прописима из области физике зграде као и санитарно – техничког аспекта.

Што се тиче столарије, планирана је шестокоморна ПВЦ столарија, са троструким нискоемисионим стаклом, са слојем за побољшање 4-8-4-8 mm (Kg) (прозори и балконска врата). Улазна врата су такође, шестокоморни ПВЦ шупљи профил, са истим стаклом као и прозори. Унутрашња столарија је комбинација медијапана и дрвета.

6. ГРАФИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА



Слика 6. Карактеристична основа



Слика 7. Карактеристичан пресјек

7. ЗАКЉУЧАК

Аерогел је иновативни грађевински материјал који се у појединим земљама већ неколико година користи у грађевинској индустрији умјесто традиционалне топлотне изолације, док код нас и даље није заживио у потпуности. Његовом имплементацијом остварује се повећање вриједности и квалитета самог објекта, који у цјелости испуњавања функционалне, еколошке и економске захтјеве, те се самим тим уклапа у савремене трендове одрживе градње.

На основу стручног дијела овог рада, односно Елабората енергетске ефикасности за изабрани објекат, примјеном аерогела као термоизолационог материјала добијен је енергетски разред Ц, те се може рећи да је објекат енергетски ефикасан у погледу термоизолације и рационалог коришћења енергије.

Узимајући у обзир многобројне предности али и недостатке аерогела, може се рећи да је његова примјена као термоизолационог материјала у грађевинарству оправдана, нарочито код једнопородичних стамбених објеката, који се изводе за сопствене потребе и мањих су димензија.

С обзиром на то да је у данашње вријеме све више присутна свијест о негативном утицају грађевинске индустрије на околину, са еколошког становишта, аерогел као термоизолациони материјал је неопходан и пожељан, будући да је у потпуности безопасан за животну средину. Изузетно је важно напоменути да материјал има и велику отпорност на дејство пожара, нема емисије гасова и значајних температурних промјена.

Главни разлог слабе примјене овог материјала је свакако висока цијена, па његова заступљеност није у великој мјери присутна код вишепородичних стамбених и стамбено – пословних објеката, али дугорочно гледајући, бенефити који се постижу његовом примјеном омогућавају повратак уложених средстава у одређеном периоду. Његовом примјеном омоућава се и стварање посебног архитектонског доживљаја објекта.

Имајући у виду тренутну неекономичност материјала, може се претпоставити да његова употреба на овим просторима неће бити активна, нити стандардизована, осим у неким јединственим ситуацијама. Такође, овакав закључак је у блиској вези са тренутком писања овог рада, што значи да аерогел има велики потенцијал да у будућности постане доминантан топлотни изолатор.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ћ. Тијана, „Проблеми одрживог развоја у Србији“, Факултет организационих наука,
- [2] <https://oradio.rs/sr/vesti/drustvo/mere-energetske-efikasnosti-odmah-donose-benefite-11277.html> [приступљено у октобру 2022.]
- [3] Правилник о енергетској ефикасности зграда, СИ. гласник РС, бр. 61/2011
- [4] <https://www.eps.rs/lat/Stranice/enef.aspx/> [приступљено у октобру 2022.]
- [5] <https://sr.m.wikipedia.org/sr-el/Аерогел/> [приступљено у октобру 2022.]
- [6] <https://izolacija.rs/aerogel-superizolacija-laka-kaopero/> [приступљено у октобру 2022.]
- [7] <https://www.gradnja.rs/bau-2019-termoizolacija-gutex-basf-weber-aerogel/> [приступљено у октобру 2022.]

Кратка биографија:



Вања Поповић рођена је у Добоју 1998. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектура и урбанизам – Енергетска ефикасност у архитектонским објектима одбранила је 2023. год.
контакт: vanja.popovic1998@gmail.com