

घरे थंड ठेवणाऱ्या बांधकाम साहित्याची संगणकीय पद्धत वापरून भिंतींसाठी निवड

भिंतींसाठी एरेटेड ऑटोक्लेव्हड कॉंक्रीट ब्लॉक्स सारखे पर्यावरणपूरक बांधकाम साहित्य कृत्रिम वातानुकूलन नसलेल्या घरांमधले तापमान कमी ठेवून आतले वातावरण सुखद ठेवते.



प्रतिमा: प्रधान मंत्री आवास योजनेअंतर्गत संजयनगर झोपडपट्टी पुनर्वसन प्रकल्प, अहमदनगर, महाराष्ट्र

श्रेय : कम्युनिटी डिझाईन एजंसी

झपाट्याने होणारे शहरीकरण आणि वाढत जाणारी लोकसंख्या यामुळे भारतात परवडणाऱ्या आणि शाश्वत गृहनिर्माणांची निकड आहे. कमी उत्पन्न असलेल्या लाखो शहरी स्थलांतरितांना आणि गरिबांना परवडणारी घरे मिळावीत म्हणून भारत सरकारने [प्रधान मंत्री आवास योजना](#) (PMAY) सुरु केली. मोठ्या स्तरावरच्या गृहनिर्माण समस्यांवर नाविन्यपूर्ण उपाय शोधण्यासाठी [ग्लोबल हाउसिंग टेक्नोलॉजी चैलेंज](#)ची देखील स्थापना भारत सरकारने केली आहे. भारतासारख्या देशात सामूहिक गृहनिर्माणामधील एक मोठे आव्हान म्हणजे घरांच्या आतील तापमानाची पातळी आरामदायी ठेवणे.

भारतीय तंत्रज्ञान संस्था (आयआयटी) मुंबई आणि कम्युनिटी डिझाईन एजन्सी, मुंबईच्या संशोधकांनी भिंती बनवण्याचे वेगवेगळ्या प्रकारचे साहित्य (मटेरियल) आणि त्यांची इमारतीच्या आत, विशेषतः ज्यांमध्ये हवा नैसर्गिकरित्या खेळती राहते त्यात, आरामदायी तापमान टिकवण्याची क्षमता यांचा परस्परसंबंध शोधणारी नवीन पद्धत विकसित केली आहे. त्यांनी कॉम्प्युटेशनल फ्लुइड डायनेमिक्स (सीएफडी) नावाचे एक अनुरूपणावर (सिम्युलेशन) आधारित संख्यात्मक तंत्र वापरून भिंत निर्माण साहित्य, हवेचा बदलणारा प्रवाह आणि आरामदायी तापमान यांच्यातील परस्परसंबंध तपासला. भाजलेल्या चिकणमातीच्या विटा (बर्न्ट क्ले ब्रिक्स) आणि वाफेवर तापवून तयार केलेले वायुमिश्रित कॉंक्रीटचे ठोकळे (एरेटेड ऑटोक्लेव्हड कॉंक्रीट- एएसी ब्लॉक्स) असे स्थानिक आणि पर्यावरणपूरक पर्याय संशोधकांनी निवडले. या साहित्याचा ने-आण करायचा खर्च कमी असतो आणि ते पर्यावरणास हानिकारक नसतात.

या अभ्यासाचे निष्कर्ष भारतातील अल्प-उत्पन्न गृहप्रकल्पांमधील रहिवाशांचे राहणीमान सुधारण्याकरता आणि त्यांच्या स्वास्थ्यपूर्ण जीवनासाठी उपयुक्त ठरतील. या अभ्यासाचा [शोधनिबंध एनर्जी अँड बिल्डींग्स](#) या जर्नल मध्ये प्रकाशित झाला आहे.

आरामदायी तापमानाचा मनुष्याच्या स्वास्थ्यावर आणि कार्यक्षमतेवर थेट परिणाम होतो. व्यवस्थित खेळती हवा नसेल तर अति-उष्णता आणि आर्द्रता असलेल्या भारतासारख्या उष्णकटिबंधीय प्रदेशात जगणे कठीण होऊन बसते. तीव्र उष्णतेच्या लाटा आणि ‘अर्बन हीट आयलंड फेनोमेनन’ (अवतीभवतीच्या परिसरापेक्षा जास्त उष्ण शहरी भाग) या सारख्या जागतिक हवामान बदलांमुळे या अडचणींमध्ये आणखी भर पडते. “एखादी इमारत वास्तव्य करण्यास किती अनुकूल आहे हे मुख्यतः बांधकाम साहित्यावर अवलंबून असते. म्हणून मोठ्या गृहनिर्माण प्रकल्पांनी योग्य बांधकाम साहित्य वापरणे महत्वाचे आहे, जेणेकरून वाजवी किमतीत आरामदायी आणि सुसह्य राहणीमान मिळवता येऊ शकेल,” असे या अभ्यासाचे नेतृत्व करणारे आयआयटी मुंबईचे प्रा. अल्बर्ट थॉमस म्हणाले.

इमारतींची छते, भिंती, फरशी, खिडक्या, दरवाजे आणि पाया यांचा इमारतीच्या आवरणात समावेश आहे आणि ते घराच्या आतील आणि बाहेरील बाजू मधला प्रतिबंध म्हणून काम करतात व उष्णता हस्तांतरणावर लक्षणीय परिणाम करतात. ज्या बांधकाम साहित्याने भिंत बनली आहे ते सामान्यतः इमारतीच्या आवरणाचा ४०% पेक्षा जास्त भाग व्यापते आणि त्याचे उष्णता शोषून, साठवून आणि उत्सर्जित करून घरातील तापमान ठरवण्यात महत्त्वपूर्ण योगदान असते.

“हा अभ्यास महत्वाचा आहे कारण भारतात अल्प-उत्पन्न गृहप्रकल्प हे पाश्चात्य देशांपेक्षा वेगळे असून अजूनही प्रामुख्याने नैसर्गिकरित्या हवेशीर ठेवायचा प्रयत्न असतो आणि तिथे कृत्रिम वातानुकूलन यंत्रणा नसतात. या अभ्यासाद्वारे आम्ही एका प्रत्यक्ष प्रकरणाचा अभ्यास केला आणि त्याच्या प्रतिकृतीचा उपयोग करून बांधकाम साहित्याच्या निवडीचा घराच्या आतील भागाच्या तापमानावर होणारा परिणाम समजून घेतला,” अशी टिप्पणी डॉ. वंदना पद्मनाभन, अभ्यासाच्या एक संशोधक आणि कम्प्युनिटी डिझाईन एजन्सी मध्ये ‘साहित्य आणि तंत्रज्ञान प्रमुख’ यांनी केली.

संशोधकांनी या अभ्यासात भिंतींसाठी वेगवेगळे बांधकाम साहित्य विचारात घेऊन कोणतेही कृत्रिम वातानुकूलन नसलेल्या घरांच्या आतील तापमानाचे अनुरूपण केले आणि सीएफडी तंत्रज्ञान वापरून हवेच्या प्रवाहाचे विश्लेषण केले. काँक्रीटच्या विटा आर्थिकदृष्ट्या सर्वात किफायती असल्या तरी त्या उष्णतेचे सर्वोत्तम नियंत्रण करत नाहीत आणि पर्यावरणाच्या दृष्टीने घातक असतात. संशोधकांनी भिंतींच्या बांधकाम साहित्यामध्ये वाफेवर तापवून तयार केलेले वायुमिश्रित काँक्रीटचे ठोकळे (एएसी ब्लॉक्स), कॉम्प्रेस्ड स्टॅंबिलाइड मातीचे ठोकळे, भाजलेल्या चिकणमातीच्या विटा (बर्न्ट क्ले ब्रिक्स), आणि कॉम्प्रेस्ड फ्लाय अॅशचे ठोकळे यांचा विचार केला. वायुप्रवाहाचे प्रकार म्हणून काही सामान्यपणे आढळणाऱ्या स्थिती या अनुरूपणासाठी मानल्या, उदाहरणार्थ “सर्व खिडक्या उघड्या आणि दारे बंद” आणि “सर्व खिडक्या-दारे बंद”. या विविध स्थितींमध्ये सीएफडी प्रतिक्रियांचा वापर करून घरांमधील हवेचा प्रवाह आणि तापमान याचे एकमेकांशी मापन केले.

आतले तापमान बाहेरील उष्णतेच्या प्रभावापासून संरक्षित ठेवण्यात एएसी ब्लॉक्स इतर उपलब्ध स्थानिक साहित्यापेक्षा, उदाहरणार्थ कॉम्प्रेस्ड स्टॅंबिलाइड मातीचे ठोकळे आणि कॉम्प्रेस्ड फ्लाय अॅशच्या ठोकळ्यांपेक्षा, बरेच प्रभावी ठरले. कमी उष्मा वाहकता आणि विशिष्ट उष्णता क्षमता यांमुळे उष्णता हस्तांतरण कमी करून एएसी ब्लॉक्स तापमान कमी ठेवू शकत होते. भिंतीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या बांधकाम साहित्याची निवड स्थानिक उपलब्धता, बांधकाम पद्धती आणि बांधकामाच्या रचनेची गरज हे मुद्दे लक्षात घेऊन करावी लागते. “एएसी ब्लॉक्सचे संपीडन सामर्थ्य (कम्प्रेसिव्ह स्ट्रेंथ) काही इतर भिंत निर्माण साहित्यापेक्षा कमी असते. अतिरिक्त आधार लावून किंवा काही इतर साहित्य त्यात मिसळून एएसी ब्लॉक्सचे मजबुतीकरण (रिइन्फोर्समेंट) करता येते. यामुळे त्यांच्या रचनांचे अखंडत्व

टिकवता येते आणि एएसी ब्लॉक्सच्या उष्णतेपासून बचाव करण्याच्या गुणधर्माचा लाभ घेता येऊ शकतो,” असे अभ्यासाच्या मुख्य लेखिका आणि आयआयटी मुंबईच्या पीचडी विद्यार्थिनी, तृप्ती सिंग राजपूत यांनी स्पष्ट केले.

एएसी ब्लॉक्स सहज उपलब्ध झाल्यास व त्यांचे उत्पादन मोठ्या प्रमाणात झाल्यास एएसी ब्लॉक्स सर्वसामान्यपणे मोठ्या स्तरावर वापरण्यास प्रोत्साहन मिळेल. प्रा. थॉमस यांचे म्हणणे आहे, “पुढील काही दशकांत भारतात बांधल्या जाणाऱ्या इमारतींची संख्या पाहता, सरकारच्या अल्प-उत्पन्न गृहनिर्माण प्रकल्पांसाठी मोठ्या प्रमाणावर एएसी ब्लॉक्ससारख्या साहित्याचा अवलंब करण्यासाठी धोरणात्मक बदल केले तर मोठ्या प्रमाणात उत्पादन करता येईल आणि त्यामुळे एकूण खर्चात घट होईल.”

या अभ्यासात संशोधकांनी जागतिक आणि भारतीय बांधकाम मानकांमधले फरक सुद्धा अधोरेखित केले. कॉम्प्रेस्ड स्टॅबिलाइझ्ड माती आणि कॉम्प्रेस्ड फ्लाय अॅश यांच्या ठोकळ्यांचे कार्य ‘इकोनिवास संहिता’ आणि ‘ASHRAE 55’ या इमारतींमधील उष्णता नियंत्रणाच्या जागतिक मार्गदर्शक तत्वांप्रमाणे होऊ शकले नाही. परंतु खास भारतासाठी शिफारस केलेल्या नैसर्गिक वायुसंचालन (नॅचरली व्हेंटिलेटेड) आणि निवासी रचनांसाठी असलेल्या, अनुक्रमे, IMAC-NV आणि IMAC-R या मानकांनुसार चाचणी केलेले सर्व भिंत निर्माण साहित्य वेगवेगळ्या कार्यकारी परिस्थितींमध्ये घरातील वातावरण आरामदायक राहिल अशा मर्यादित तापमान राखण्यात यशस्वी झालेले आढळले.

सदर अभ्यासात आरामदायी वातावरणासाठी बांधकाम साहित्य योग्य आहे किंवा नाही हे ठरवताना तापमान आणि वायुप्रवाह यांसारखे घटका स्थिर मानले आहेत. जर बदलत्या आणि वैयक्तिक व पर्यावरणीय घटकांतील बारकावे ध्यानात घेतले तर या संशोधनात वापरलेले तंत्र आणखी समृद्ध होऊ शकेल.

भविष्यातील वाटचालीच्या दृष्टीने प्रा. थॉमस म्हणतात, “इमारतींचे विविध प्रकार आणि हवामानातील परिणामांच्या उपायांवर अर्थविस्तार करण्यासाठी अधिक संशोधन केल्याने वेगवेगळ्या इमारतींचे प्रकार आणि परिस्थितींवर निर्णय घेण्यास तसेच धोरण तयार करण्यास सुकर होईल.”

VETTED / UNVETTED	Vetted
Title of Research Paper	Analyzing the thermal performance of walling systems in low-income housing through computational fluid dynamics approach
DOI of the Research Paper as a link	https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114480
List of all researchers with affiliations	Tripti Singh Rajput, Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai, India. Vandana C. Padmanabhan, Materials and Technology, Community Design Agency, Mumbai, India.

VETTED / UNVETTED	Vetted
	Albert Thomas, Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai, India
Email of researcher/s	albert@iitb.ac.in
Writer name	Gubbi Labs Staff Writer
Credits to Graphic:	Representative image: Courtesy: Flickr
Subject [FOR EDITOR] - Please Highlight in RED (Multiple allowed)	Science/ Technology/Engineering /Ecology/Health/ Society
Social Media TAGS separated by Comma	#IndoorTemperature #ThermalComfort #ComputationalFluidDynamics #WallMaterial #AeratedAutoclavedConcreteBlocks
Social Media Posts Suggestions/ Links to interesting relevant content [optional] [writer]	
Social Media Handles to be added	@iitbombay, @communitydesignagency
Social Media handles of writer	@SciResMatters
Social Media handles of researchers	https://www.linkedin.com/in/vandana-padmanabhan-ph-d-6a6aab23/ https://www.linkedin.com/in/albert-thomas-ph-d-7b034728/ https://www.linkedin.com/in/tripti-singh-rajput-86407867/
Location:	Mumbai