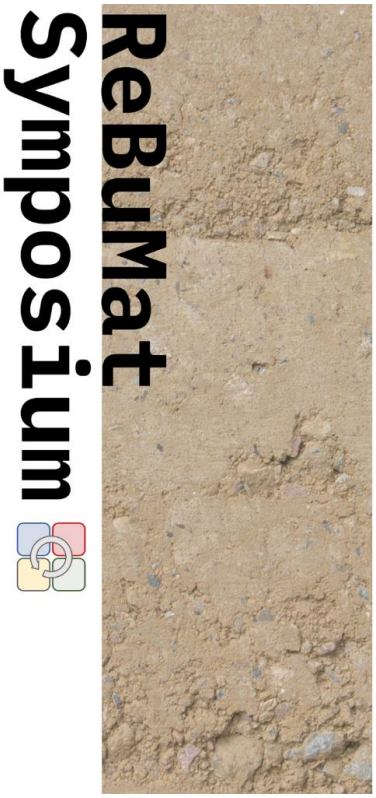
TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK | Fraunhofer IBP | Hanoi University of Civil Engineering, Hanoi, Vietnam | Ton Duc Thang University, HCMC, Vietnam | Vietnam Institute for Building Materials, Hanoi, Vietnam | Federal Ministry of Education and Research | CONNECT Education Research Innovation



ReBuMat Symposium

German-Vietnamese Cooperative Project on **Re**source-efficient **Bu**ilding Using Sustainable Building **Mat**erials

14 May 2023 Hanoi, Vietnam
Hanoi University of Civil Engineering (HUCE)

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

Hanoi University of Civil Engineering Hanoi, Vietnam

ReBuMat Symposium

Date: 14 May 2024

Location: 2nd floor, Library Building, Hanoi University of Civil Engineering, City Campus (55 Giai Phong road, Hai Ba Trung district, Hanoi)

Agenda

08:00 Welcome and introduction

08:30 Sustainable building materials in Vietnam

- Renewable and circular Building Materials in Vietnam (*Prof Dirk Schwede,* Technical University Lübeck) Page 2
- LCA for building materials in Vietnam: Opportunity and Challenges (*Cao Thi Tu Mai*, Vietnam Institute for Building Materials) Page 16
- Green Building Design Strategy for a Townhouse in Phnom Penh from Life Cycle Assessment (*Prof Virak Han*, Cambodian Institute of Technology) Page 26
- Lotus Certification for Green Building Materials
- (*Arden Linh Nguyen*, Vietnam Green Building Council) Page 35

10:00 Bio-based construction materials in Vietnam I

- Straw Bales as Building Material *(Virko Kade,* one straw revolution*)* Page 55
- Eco-friendly house with compressed stabilized earth blocks using local materials in Vietnam *(Prof Tuan Nguyen*, Hanoi University of Civil Engineering) Page 88
- Bio-based materials tested in climatic conditions of Ho Chi Minh City: preliminary results from REBUMAT project *(Prof Quoc-Bao Bui, Ton Duc Thang University)* Page 107
- Typha: An Innovative Building Material on the basis of Cattail *(Dr Simon Schmidt*, Fraunhofer IBP) Page 118

11.30 Bio-based construction materials in Vietnam: Panel Discussion

12:00 Lunch

13:30 Recycling Materials in Vietnam: Presentations

- Studies on "green" concrete using cementless binders from a mixture of thermal power fly ash, blast furnace slag, and ceramic waste in Vietnam (*Dr Tăng Văn Lâm*, Department of Construction, Hanoi University of Mining and Geology) Page 126
- Research on using steel slag as building material in Vietnam (*Mr. Tạ Văn Luân*, Vietnam Institute for Building Materials) Page 142
- Green construction material production model towards circular economy (*Mr. Kiều Văn Mát*, Sông Đà Cao Cường) Page 159
- Transitioning towards circular construction to advance sustainable development (*Prof Dirk Schwede,* Technical University Lübeck) Page 173

15:00 Recycling Materials in Vietnam: Panel Discussion

15:30 Co-creating future solutions: Towards a research and collaboration agenda

Workshop*: How to build trust, convince clients, change minds, collaborate, innovate and transform the building sector?* (*Dr Ravi Jayaweera & Bao Tran Ho*, TU Lübeck)

16:30 Conclusions and way forward

Renewable and circular Building Materials in Vietnam

ReBuMat

German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

ReBuMat Symposium
Session 1, Tuesday, 14.05.2024
Hanoi University of Civil Engineering

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

Prof. Dr. Dirk Schwede (PhD)
Professur für Energie- und Gebäudetechnik

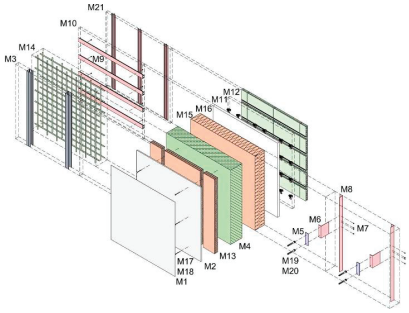
Fachbereich Bauwesen
Technische Hochschule Lübeck
Mönkhofer Weg 239, D-23562 Lübeck
Tel. +49/451/300-5367
www.th-luebeck.de
dirk.schwede@th-luebeck.de

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK | CONNECT Education Research Innovation | FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

BMBF CONNECT-Program:
ReBuMat - German-Vietnamese cooperative project on resource-efficient building using sustainable building materials

Bio-based Building materials

Recycled Building materials



Resource-efficient and recycling-friendly construction systems

The aim of this cooperation project is to promote the research and development of building materials and construction methods for an energy-efficient, resource-efficient and generally sustainable construction practice. ReBuMat will bring together the existing work of the established german-Vietnamese CAMaRSEC project consortium in this field, thereby strengthening it scientifically and application-oriented.

University of Stuttgart Germany | Fraunhofer IBP | National University of Civil Engineering Hanoi, Vietnam | Ton Duc Thang University HCMC, Vietnam | Vietnamese Institut for Building Materials Hanoi, Vietnam

aims of the project

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK | CONNECT Education Research Innovation | FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

industrialized processes necessary for application in the mass market

not

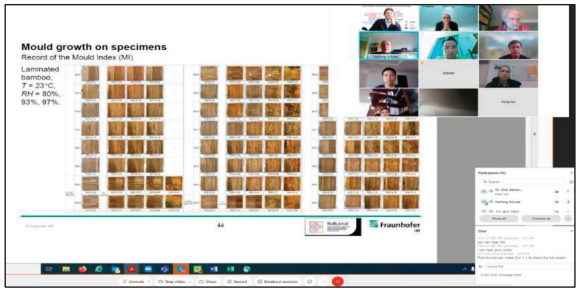
Online Workshops

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK | CONNECT Education Research Innovation | FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

ReBuMat

REBUMAT online-Workshops

22.4.2021	9:00-12:00 (DE) 14:00-17:00 (VN)	**Life-Cycle-Assessment for Building Materials** Dr. Dirk Schwede, Lavinia Ruf, University of Stuttgart **LCA of Bridge Using Ultra-High Performance Concrete** AProf. Dr. Nguyen Van Tuan, National University of Civil Engineering **Development of a Green Label for Cement and Sanitary Ware** Dr. Le Thi Song, Vietnamese Institute of Building Materials
6.5.2021	9:00-12:00 (DE) 14:00-17:00 (VN)	**Building with Straw Bales – Experience from Austria** Virko Kade, Über – one straw revolution (strohballenbau.info) **Research Results on Straw Bale Buildings** Prof. Martin Krus, Fraunhofer Institute of Building Physics **Straw Bale and Earth Buildings in Vietnam** AProf. Dr. Nguyen Van Tuan, National University of Civil Engineering
11.5.2021	9:00-12:00 (DE) 14:00-17:00 (VN)	**Mould-Growth in Bio-based Material Applications** Prof. Martin Krus, Fraunhofer Institut of Building Physics **Building with Bamboo** Prof. Dr. Hartwig Künzel, Fraunhofer Institute of Building Physics **Assessing a Bamboo Treatment Procedure** AProf. Dr. BUI Quoc-Bao, Ton Duc Thang University
12.5.2021	9:00-12:00 (DE) 14:00-17:00 (VN)	**Recycling of PV-Systems** Dr. Karsten Wambach, bifa Umweltinstitut GmbH N.N., Vietnamese Institute of Building Materials
20.5.2021	9:00-12:00 (DE) 14:00-17:00 (VN)	**Technical approval and application tests of recycled foamglas loose fill for building insulation** Andreas Zegowitz, Fraunhofer Institute of Building Physics



17.11.2021	8:00-10:00 (DE) 14:00-16:00 (VN)	**Application of reed as construction material** Andreas Zegowitz, Fraunhofer Institute for Building Physics Tom Hiss, producer (hiss reed)
17.11.2021	8:00-10:00 (DE) 14:00-16:00 (VN)	**Interior Insulation – Comparative investigations for the use in existing and heritage buildings – Reed, Typha and other insulation systems** Prof. Martin Krus and Andreas Zegowitz, Fraunhofer Institut of Building Physics
30.11.2021	9:00-11:00 (DE) 15:00-17:00 (VN)	**Sustainable Structure Prototypes** **BIM support and integration into circular and bio-based buildings** Dr. N. Cihan Kayaçetin, Lukianova Tetiana, KU Leuven **New Developments in the Application of RecyclingGraphs** Lavinia Ruf, Dirk Schwede, Stuttgart University
07.12.2021	9:00-11:00 (DE) 15:00-17:00 (VN)	**LCA application and current state in Vietnam** short presentations and discussion
09.12.2021	9:00-11:00 (DE) 15:00-17:00 (VN)	**An exploratory study on the use of graphene-based nanosheets in the reduction of embodied energy of construction materials** Bùi Quốc Bảo, TDT University

5

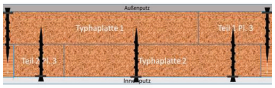
Delegation trip to Germany, November 2022

Visit to institutions relevant to the goals of REBUMAT in Germany

- TH Lübeck
- German Energy Agency (DENA)
- German Institut für Building Technology (dIBT)
- Federal Institute for Research on Building, Urban Affairs and Spatial Development (BBSR)
- German Environmental Agency (UBA)
- Bau Bildung Sachsen e. V., ÜAZ Leipzig
- Fraunhofer Institute for Building Physics (Fraunhofer IBP)
- Material Testing Institute (MPA), Stuttgart University
- Institute for Building Energetics, Thermotechnology and Energy Storage (IGTE), Stuttgart University

test facilities

ReBuMat



Fraunhofer Institute for Building Physics, Holzkirchen

Vietnam Institute for Building Materials, Ha Long Bay Area

- ▶ Research on wall structures in 3 different climate zones
- ▶ Testing of recycled and bio-based materials
- ▶ Testing of lightweight structures

Ton Duc Thang University, HCMC

contracted by:

Renewable Building Materials

Sustainable Use and Management of Natural Resources

museal new vernacular buildings

low cost housing with local and available materials

iconic buildings

luxury buildings private dwellings & iconic public buildings

Residential and office building

construction industry fit for the profit-oriented mass market

contracted by:

Characterisation of Building Materials

2 - 3 functions with
2 - 3 products each

building materials of the base building

structural materials (load-bearing, vertical)	structural materials (load-bearing, horizontal)	wall-building materials (non-load-bearing)	covers, functional layers and finishes
materials used as vertical elements in the primary load-bearing structures of the building, such as: - concrete posts / columns - steel posts / columns - load-bearing walls - deep foundations	materials used as horizontal elements in the primary load-bearing structures of the building, such as: - concrete slabs - roof slabs - slap and strip foundations	materials used as non-load-bearing infill into the primary load-bearing structure. Such materials can carry their own load and dependent covers and finishes in one-storey walls	materials used to add required functions and properties to the structure and its elements - plaster - insulation layers - cover layers and sealants for moisture, air-flow and fire protection - flooring - interior fitout

functional properties & assessment criteria

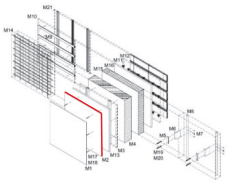
- structural properties
- heat control
- moisture control
- fire resistance
- durability under various impacts
- environmental assessment
- health and safety

Characterisation of Building Materials

- conventional
- agriculture
- forestry
- aquaculture
- others

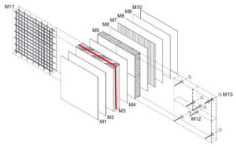
building materials of the base building

- structural materials (load-bearing, vertical)
- structural materials (load-bearing, horizontal)
- wall-building materials (non-load-bearing)
- covers, functional layers and finishes



How is it installed in a real structure in comparison with a conventional wall?

interior	exterior
gypsum board	burned clay brick (needs plaster or cover)
wood fibre board	ramped earth
rice straw board	rice straw bricks (needs plaster or cover)
typha board	typha bricks (needs plaster or cover)



How is it installed in a real structure in comparison with a conventional wall?

contracted by:
dena
German Energy Agency

Characterisation of Building Materials

application

function		component		product group
1 load-bearing	1 interior wall	1 brick
2 non-load bearing	2 exterior wall	2 rigid board, panels
3 cover	3 floor	3 soft board
4 functional Layer	4 insulation	4 monolithic
5 finish	5 cover	5 fill
		6 surface treatment

material

material industry and category				source
A agriculture	1 rice	a product
	2 coconut	b by-product
	3 sugar cane	c recycled
B forestry	1 timbre	
	2 bamboo	
	3 areca	
C aquaculture	1 seaweed	
	2 reed	
	3 typha	
	4 shellfish	
D other	1 rammed earth	
	2 bio composite	
	3 mineral based paint	
	4 adobes	
	5 soil concrete	
	6 compressed earth block	
E conventional	1 gypsum board	
	2 fired clay bricks	
	3 expanded polystyrene	

reporting

material datasheet

industry (e.g. agriculture) and raw material group (e.g. rice)		
material/product name	building-use category	photo of building material
short description		

material/product name – performance values					
physical properties		**mechanical properties**		**thermal properties**	
bulk density and density [kg/m³]		**strength**		**thermal capacity [kJ/kgK]**	
porosity		**hardness (MOHS scale)**		**thermal conductivity [W/mK]**	
durability		**elasticity**		**Thermal resistance [mK/W]**	
specific gravity		**plasticity**		**specific heat [J/kgK]**	
fire resistance		**brittleness**		**renewable properties**	
weathering resistance		**fatigue**		**lifecycle**	
spalling resistance		**impact strength**		**recyclability [%]**	
water absorption [%]		**abrasion resistance**		**grey/embodied energy**	
water permeability		**creep**		**carbon footprint**	
Hygroscopicity		**chemical properties**		**other properties**	
coefficient of softening		**chemical resistance**		**electrical**	
refractoriness		**corrosion resistance**		**magnetic**	

reporting

material/product name – performance values		
functional criteria		**rating**
percentage of recycled material composition	Materials can be manufactured using recycled materials or using waste materials at different percentages. A high percentage would amount to 75% or more, and a low percentage would amount to 25% or less. Please include percentage found and source.	high / median / low
manufacturing	Material manufactured with resources that are renewable (i.e. renewable energies, such as wind, solar, tidal, as well as renewable materials, such as wood (certain certified species which are rapidly renewable), grasses or sand) rather than non-renewable (i.e. fossil fuels) are preferred. Compared to the non-renewable variant, how difficult and how much more or less energy does it require during manufacturing? A high percentage would amount to 75% or more, and a low percentage would amount to 25% or less.	high / median / low
construction	Is the material easy to assemble and does it generate little to no residue during construction (e.g. dry or wet construction)? Is the material easy to transport or does it require specialised transport solutions? Compared to the non-renewable variant, how difficult and how much more or less energy does it require during assembly? A high percentage would amount to 75% or more, and a low percentage would amount to 25% or less.	high / median / low
cleaning, care and maintenance	Materials which are long lasting and needing little maintenance are preferred. Is this material comparable to its nonrenewable variant? Compared to the non-renewable variant, how much more or less maintenance and care does it need? A high percentage would amount to 75% or more, and a low percentage would amount to 25% or less.	high / median / low
demolition	Cost of demolition, dismantling and disposal of other end-of-life scenarios. Compared to the non-renewable variant, how difficult and how much more or less waste does it generate? A high percentage would amount to 75% or more, and a low percentage would amount to 25% or less.	high / median / low
environmental criteria		**rating**
environmental impact	Material used for construction of buildings must not harm the environment, pollute air or water, or cause damage to the earth, its inhabitants and its ecosystems during manufacturing process, and also during use or disposal after end of life. Consider: – Efficiency in Extraction, Manufacturing and Construction – Waste Reduction (Avoidance/ Reduction/ Reuse, salvage or recycle) – Renewable Resources – Material, Product Component and Assembly Longevity Compared to the non-renewable variant, what is its environmental impact? A high percentage would amount to 75% or more, and a low percentage would amount to 25% or less.	high / median / low
environmental comfort	Material should be non-toxic and contribute to good indoor air quality. Consider: – Material Toxicity – Flammable Materials – Parasites/insects, air, moisture Compared to the non-renewable variant, what is its environmental comfort level? A high percentage would amount to 75% or more, and a low percentage would amount to 25% or less	high / median / low

Annexe 1 Wall-building materials for interior walls

Typha wall board

aquaculture – typha			
2.1.2-C3.a	Typha wall board	Wall-building material for interior and exterior wall constructions	
Board made of typha Angustifolia leaves, bonded with magnesite. No other additives like biocide or fire retardant. Higher density for better load-bearing properties.			
technical readiness level of 9			

Typha wall board – performance values		
physical properties	**description**	**values**
thickness [mm]	Specify the (range of) available thickness of the material	20 – 120
bulk density [kg/m³]	Quantitative value	285 (DIN EN 1602)
porosity n [Vol.-%]	The ratio of the pore volume to the total volume of the building material element	75
durability [a]	Assuming that the installation has been carried out in a technically correct manner	>50
fire protection (class)	If possible, specify the respective standard (e.g. EN 13501-1, DIN 4102-1) rating for the **material**	Euroclass B (ISO 5660-1:2015)

Fire resistance (class)	If possible, specify the respective standard (e.g. EN 13501-2, DIN 4102-2) rating for the **building component**	F60 with 60mm-Board F120 with 120mm-Board (DIN 4102-2)
weathering resistance	specifies whether, for example, a weather protection layer is required, free weathering is possible, etc.	Weather protection required (e.g. plaster)
risk of mould growth	Specify qualitatively in a rough classification:	Low, due to the plant's defence substances (tannins) and high pH-value
moisture sensitivity	Specify qualitatively in a rough classification	Low, but prolonged contact with liquid water must be avoided
water absorption [%]	Boundary condition: free saturation	59 (DIN EN 12087)
water absorption coefficient (w-value) [kg/m²h^{0,5}]		1,1 (DIN EN ISO 15148)
diffusion resistance (µ-value)	Water vapour diffusion resistance number (µ-value)	Dry Cup: 28 Wet Cup: 20 (DIN EN ISO 12572)
sorption isotherm – u_{80} [Vol.-%]	Water content at 80 % relative humidity	1,2 (DIN EN ISO 12571)
mechanical properties	**description**	**values**
compressive strength [N/mm²]	Quantitative value	0,5
tensile strength [N/mm²]	Quantitative value	No data available
bending strength [N/mm²]	Quantitative value	1,0 (DIN EN 12089)
settlement [%]		No data available
chemical properties	**description**	**values**
chemical resistance	With which chemicals does the material react?	Acid
corrosion potential/ compatibility	does steel corrode when used in combination? E.g. nail, etc.?	The magnesite binding agent can corrode metal fastenings at higher levels of humidity

material datasheets

	qualitative classification	
thermal properties	**description**	**values**
specific thermal capacity cp [J/kgK]	The ability of a substance to store thermal energy. The energy required to heat 1kg of a substance by 1K.	Ca. 1500
thermal conductivity λ [W/mK]	Heat flow that passes through a 1 m^2 and 1 m thick layer of a material at a temperature difference of 1 Kelvin (K). The smaller λ is, the better the insulating capacity of building material.	0,055 (DIN EN 12664)
Renewable properties	**description**	**values**
life cycle and recyclability	Qualitative description, e.g. reuse, compostable	High, because it consists only of leaf mass and mineral binding agent. Easy dismantling, because it is mostly fixed by screws. Boards can be reused or composted.
grey/embodied energy	Qualitative description	Low energy manufacturing. But energy is required for the binding agent magnesite (much lower than cement).
embodied carbon	Qualitative description	About 50 kg/m^3 embodied C (means about 200 kg/m^3 CO2) in the typha leaf part.

material datasheets

Typha wall board – performance values		
green = positive (compared to conventional material); beneficial effect on resource efficiency blue = neutral (compared to conventional material); neutral effect on resource efficiency red = negative (compared to conventional material); negative impact on resource efficiency		
functional criteria	**description**	**rating**
percentage of recycled, renewable, or by-product material composition	Materials can be manufactured using recycled materials or using waste materials at different percentages. Please specify your reasoning.	High Because of the high amount of renewable typha mass.
manufacturing – energy source	Material manufactured with renewable resources (i.e. renewable energies, such as wind, solar, tidal, as well as renewable materials, such as wood (certain certified species which are rapidly renewable), grasses, or sand) rather than non-renewable (i.e. fossil fuels) is preferred. Please specify your reasoning.	Median to High, depending on the electric energy source.
manufacturing – energy consumption comparison	Compared to the non-renewable variant, how much more or less energy does it require during manufacturing? Please specify your reasoning.	Low Only cutting off the leaves and pressing the product, no drying necessary.
manufacturing – a technical requirement	Compared to the non-renewable variant, how high are the investment costs for manufacturing? Please specify your reasoning.	Low A semi-industrial production plant can be built with investment costs for the machinery of less than 500 k€.
construction	Is the material easy to assemble and does it generate little to no residue during construction (e.g. dry or wet construction)? Is the material easy to transport or does it require specialised transport solutions? Compared to the non-renewable variant, how difficult and how much more or less energy during assembly?	Low Enables simpler building techniques, since the typha board unites all qualities relevant for constructions: heat insulation, static stiffening, fire prevention, moisture protection, acoustics, plaster base. Boards can be fixed using glue or screws.

material datasheets

	Please specify your reasoning.	
cleaning, care, and maintenance	Materials that are long-lasting and need little maintenance are preferred. Is this material comparable to its non-renewable variant? Compared to the non-renewable variant, how much more or less maintenance and care does it need? Please specify your reasoning.	Low Relative insensitive to mould growth or humidity.
demolition – expense/ effort	The effort of demolition, dismantling, and disposal of other end-of-life scenarios. Compared to the non-renewable variant, how difficult and how much more or less waste does it generate? Please specify your reasoning.	Low Easy dismantling and reuse, it is mostly fixed using screws.
demolition - waste	Waste of demolition, dismantling, and disposal of other end-of-life scenarios. Compared to the non-renewable variant, how much more or less waste does it generate? How valuable is the waste, e.g. for recycling, compared to the conventional material? Please specify your reasoning.	Low No waste because of its compostability.
environmental criteria	**description**	**rating**
positive environmental impact	The material used for the construction of buildings must not harm the environment, pollute air or water, or cause damage to the earth, its inhabitants, and its ecosystems during the manufacturing process, and also during use or disposal after the end of life. Consider: Efficiency in extraction, manufacturing, and construction	High Renewable raw material; produced with low energy amount; easy dismantling; completely compostable. Prevention of CO2-loss by re-wetting of dried fens; Bond of CO2 and other greenhouse gases with its cultivation in fens; Cleaning of nutrient polluted surface water

material datasheets

	Waste reduction (avoidance/ reduction/ reuse, salvage or recycle) Renewable resources Material, product component, and assembly durability Compared to the non-renewable variant, what is its environmental impact? Please specify your reasoning.	
positive environmental comfort	The material should be non-toxic and contribute to good indoor air quality. Consider: Material toxicity Flammable materials Parasites/insects Air Moisture Compared to the non-renewable variant, what is its environmental comfort level? Please specify your reasoning.	High Non-toxic, not inflammable, no Parasites/insects known. Relative insensitive to moisture

material datasheets

Typha – building material availability

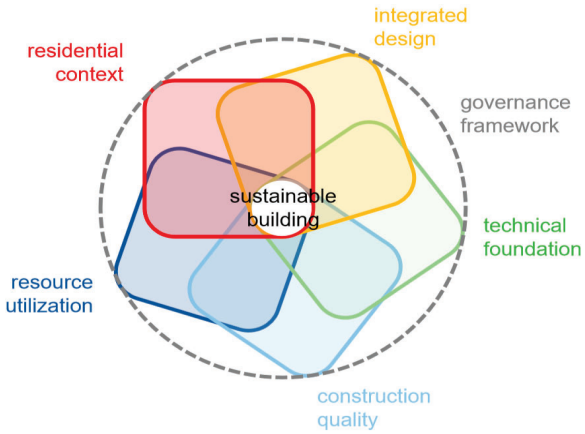
Region	Seasonality				Suppliers (Manufacturers / Re-sellers / Storage)	Disposal (Recycling / End of Life)
	1Q	2Q	3Q	4Q		
North East						
North West						
Red River Delta						
North Central Coast	X	X	X	X	Small local manufacturers	No data available
South Central Coast	X	X	X	X	Small local manufacturers	No data available
Central Highlands						
South East						
Mekong River Delta	X	X	X	X	High quantity but not yet popular as a construction material. Can be used for food (young parts) or traditional medicine	No data available

FONA Research for sustainability
Federal Ministry of Education and Research

Climate-Adapted Material Research for the Socio-Economic Context of Vietnam (CAMaRSEC) - CLIENT II

Enabling Research and Development for Sustainable Buildings
in the socio-economic context of Vietnam

1.7.2019 – 31.8.2023



research consortium:

University of Stuttgart Germany

Universität Hamburg DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Fraunhofer IBP

BAU BILDUNG SACHSEN

NETZSCH TAURUS INSTRUMENTS

Hanoi University of Civil Engineering Hanoi, Vietnam

Ton Duc Thang University HCMC, Vietnam

Vietnamese Institut for Building Materials Hanoi, Vietnam

College of Urban Works and Construction Hanoi, Vietnam

FONA Research for sustainability

Federal Ministry of Education and Research

Climate-Adapted Material Research for the Socio-Economic Context of Vietnam (CAMaRSEC) - CLIENT II

Enabling Research and Development for Sustainable Buildings
in the socio-economic context of Vietnam

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

QCVN 09:2013/BXD

QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA
VỀ CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG
SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ
NATIONAL TECHNICAL REGULATION ON ENERGY EFFICIENCY BUILDINGS

HÀ NỘI - 2013

project duration

1.7.2019 – 30.6.2022

research consortium:

- University of Stuttgart, Germany
- Universität Hamburg – DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG
- Fraunhofer IBP
- BAU BILDUNG SACHSEN
- NETZSCH TAURUS INSTRUMENTS
- National University of Civil Engineering, Hanoi, Vietnam
- Ton Duc Thang University, HCMC, Vietnam
- Vietnamese Institut for Building Materials, Hanoi, Vietnam
- College of Urban Works and Construction, Hanoi, Vietnam

FONA Research for sustainability

Federal Ministry of Education and Research

Climate-Adapted Material Research for the Socio-Economic Context of Vietnam (CAMaRSEC) - CLIENT II

Enabling Research and Development for Sustainable Buildings
in the socio-economic context of Vietnam

project objectives

to understand	to enable	to advance
climate socio-economic context building use and operation building behaviour construction techniques production of materials	material research material characterisation laboratory infrastructure measurement instruments computational simulation training of construction workers research cooperation	technical standards governance future cooperation resource and energy efficiency construction quality health and wellbeing

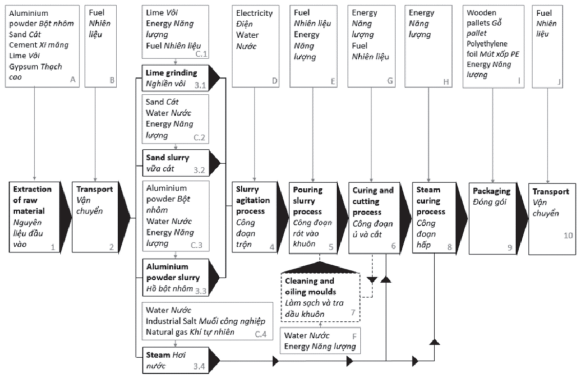
Climate-Adapted Material Research for the Socio-Economic Context of Vietnam (CAMaRSEC) - CLIENT II

Enabling Research and Development for Sustainable Buildings
in the socio-economic context of Vietnam

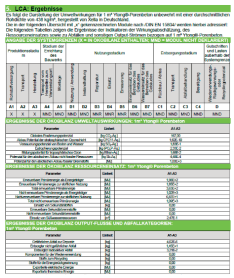
life-cycle assessment

analysis new and traditional materials

data collection and modelling the production processes for life-cycle assessment



understanding life-cycle impact identification of gaps in knowledge

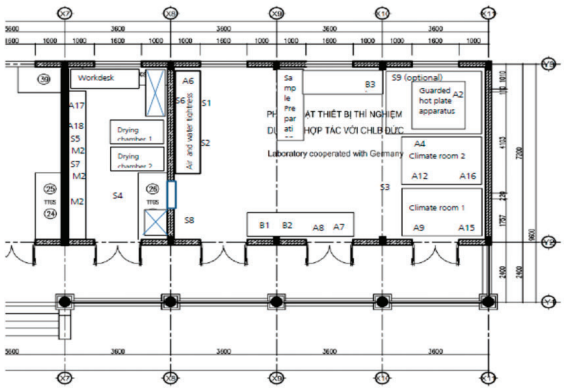


Climate-Adapted Material Research for the Socio-Economic Context of Vietnam (CAMaRSEC) - CLIENT II

Enabling Research and Development for Sustainable Buildings
in the socio-economic context of Vietnam

testing facilities

- laboratory was planned and test equipment was defined
- testing at different materials at VIBM lab and at Fraunhofer IBP to compare results
- feasibility study for building physics test facilities infrastructure in Vietnam



Climate-Adapted Material Research for the Socio-Economic Context of Vietnam (CAMaRSEC) - CLIENT II Enabling Research and Development for Sustainable Buildings in the socio-economic context of Vietnam

Long-term performancen testing

- Development of an outdoor test concept for wall testing at VIBM
- Definition of wall systems
- Sensor and data acquisitions system developed as plug and play version was calibrated and sent to VIBM
- Test building has been setup by VIBM and measurements are running
- Comparison of different wall constructions allow valuable insights in real life performance

✓ **Results prove that fired bricks can be successfully replaced by selected materials.**

Agenda

08:00	**Welcome and introduction**
08:30	**Sustainable building materials in Vietnam** - Renewable and circular Building Materials in Vietnam (*Prof Dirk Schwede,* Technical University Lübeck) - LCA for building materials in Vietnam: Opportunity and Challenges (*Cao Thi Tu Mai*, Vietnam Institute for Building Materials) - Green Building Design Strategy for a Townhouse in Phnom Penh from Life Cycle Assessment (*Prof Virak Han*, Cambodian Institute of Technology) - Lotus Certification for Green Building Materials (*Arden Linh Nguyen*, Vietnam Green Building Council)
10:00	**Bio-based construction materials in Vietnam I** - Straw Bales as Building Material *(Virko Kade,* one straw revolution*)* - Eco-friendly house with compressed stabilized earth blocks using local materials in Vietnam *(Prof Tuan Nguyen*, Hanoi University of Civil Engineering) - Bio-based materials tested in climatic conditions of Ho Chi Minh City: preliminary results from REBUMAT project *(Prof Quoc-Bao Bui, Ton Duc Thang University)* - Typha: An Innovative Building Material on the basis of Cattail *(Dr Simon Schmidt*, Fraunhofer IBP)
11.30	**Bio-based construction materials in Vietnam: Panel Discussion**
12:00	Lunch
13:30	**Recycling Materials in Vietnam: Presentations** - Studies on "green" concrete using cementless binders from a mixture of thermal power fly ash, blast furnace slag, and ceramic waste in Vietnam (*Dr Tăng Văn Lâm*, Department of Construction, Hanoi University of Mining and Geology) - Research on using steel slag as building material in Vietnam (*Mr. Tạ Văn Luân*, Vietnam Institute for Building Materials) - Green construction material production model towards circular economy (*Mr. Kiều Văn Mát*, Sông Đà Cao Cường) - Transitioning towards circular construction to advance sustainable development (*Prof Dirk Schwede,* Technical University Lübeck)
15:00	**Recycling Materials in Vietnam: Panel Discussion**
15:30	**Co-creating future solutions: Towards a research and collaboration agenda** Workshop*: How to build trust, convince clients, change minds, collaborate, innovate and t ransform the building sector?* (*Dr Ravi Jayaweera & Bao Tran Ho*, TU Lübeck)
16:30	**Conclusions and way forward**

Renewable and circular Building Materials in Vietnam

ReBuMat

German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

ReBuMat Symposium
Session 1, Tuesday, 14.05.2024
Hanoi University of Civil Engineering

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

Prof. Dr. Dirk Schwede (PhD)
Professur für Energie- und Gebäudetechnik

Fachbereich Bauwesen
Technische Hochschule Lübeck
Mönkhofer Weg 239, D-23562 Lübeck
Tel. +49/451/300-5367
www.th-luebeck.de
dirk.schwede@th-luebeck.de

ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

VIBM

LCA FOR BUILDING MATERIALS IN VIETNAM - OPPORTUNITY AND CHALLENGE

Cao Thi Tu Mai – Researcher
CEELS, Vietnam Institute for Building Materials

ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

VIBM

TABLE OF CONTENTS

1. Overview of LCA for building materials

2. LCA study for building materials in Vietnam

3. Opportunity and Challenge for LCA of building materials in Vietnam

1. OVERVIEW OF LCA FOR BUILDING MATERIALS

1.1. Introduction of LCA

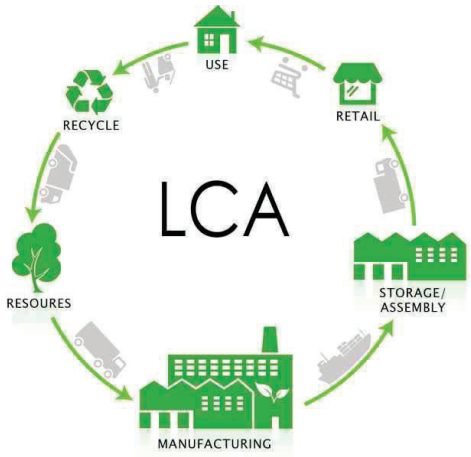
Definition: ISO 14040:2006:

+ Life cycle

Consecutive and interlinked stages of a product system, from raw material acquisition or generation from natural resources to final disposal

+ Life cycle assessment -LCA

Compilation and evaluation of the inputs, outputs and the potential environmental impacts of a product system throughout its life cycle



ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials
VIBM

1. OVERVIEW OF LCA FOR BUILDING MATERIALS

1.1. Introduction of LCA

Purpose:

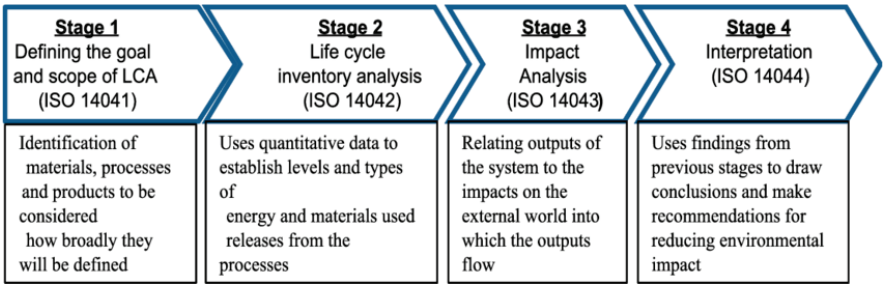
- Identify burdens on the environment
- Identify opportunities to reduce environmental pollution and save resources
- Choose appropriate methods to prevent environmental pollution
- Develop and use clean technology
- Maximize recycling of materials and waste
- Marketing, enhancing brands, creating opportunities and profits

1. OVERVIEW OF LCA FOR BUILDING MATERIALS

1.1. Introduction of LCA

According to standards in the ISO 14040 and 14044, an LCA is carried out in four distinct phases. These phases are:

1. Goal and Scope
2. Life Cycle Inventory (LCI)
3. Life Cycle Impact Assessment (LCIA)
4. Interpretation

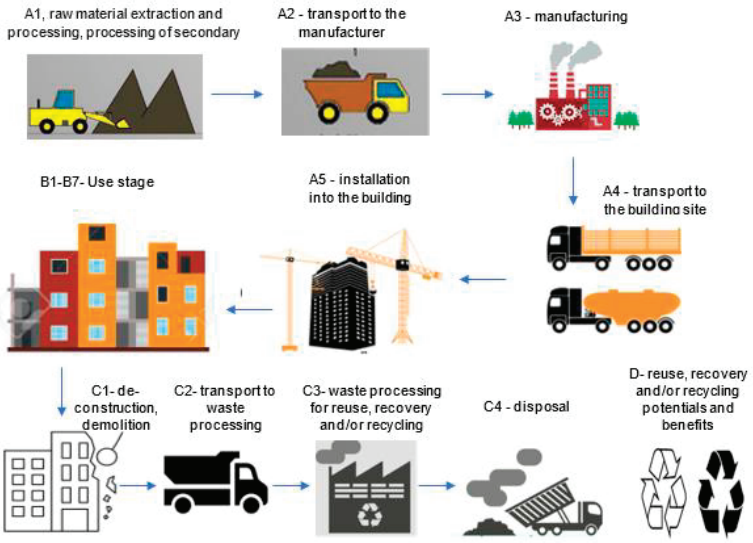


ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials
VIBM

1. OVERVIEW OF LCA FOR BUILDING MATERIALS

1.2. LCA for building materials

EN 15804:2012 + A1:2013: Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products



1. OVERVIEW OF LCA FOR BUILDING MATERIALS

1.3. Regulations and policies related to LCA of the Government of Vietnam

+ There is no regulations and policies related to LCA yet

+ Following policies and regulations on minimizing impacts on the environment, saving natural resources, and environmentally friendly development:

- Law on Environmental Protection No. 72/2020/QH14
- Decree 08/2022/ND-CP detailing several articles of the law on environmental protection
- Decision 450/QD-TTg/2022 approving the national environmental protection strategy to 2030, vision to 2050
- Decree No. 09/2021/ND-CP On the management of construction materials issued
- Decision No. 1658/QD-TTg 2021 approving the national strategy on green growth for the period 2021-2030, Vision 2050
- Decision No. 1266/QD-TTg, 2020 Vietnam construction materials development strategy for the period 2021 - 2030, orientation to 2050
- Decision 687/QD-TTg 2022 approving the Circular Economy Development Project in Vietnam

ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials
VIBM

1. OVERVIEW OF LCA FOR BUILDING MATERIALS

1.3. Regulations and policies related to LCA of the Government of Vietnam

National standards

National standards (TCVN) for LCA have been developed based on ISO standards:

- TCVN ISO 14040:2009 (ISO 14040: 2006): Environmental management – Life cycle assessment (LCA) – Principles and framework
- TCVN ISO 14041:2000 (ISO 14041:1998) on environmental management - Assessing the life cycle of products - Determining goals, scope, and inventory analysis
- TCVN ISO 14044:2011: Environmental management – Product life cycle assessment – Requirements and instructions
- TCVN ISO/TR 14047:2018 (ISO/TR 14047-2012) on Environmental management - Product life cycle assessment - Illustrative guidance on how to apply TCVN ISO 14044 to impact assessment situations
- TCVN ISO/TS 14048:2015 (ISO/TS 14048:2002) on Environmental management - Product life cycle assessment - Data document format
- TCVN ISO/TR 14049:2015: Environmental management - Product life cycle assessment - Examples illustrating how to apply TCVN ISO 14044 to determine scope, and objectives and analyze product life cycle inventory
- TCVN ISO/TS 14072:2016: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines for life cycle assessment of organizations
- TCVN ISO/TS 14071:2015 (ISO/TS 14071:2014) on Environmental management - Product life cycle assessment - Critical review process and reviewer capabilities: Additional requirements and directions Guide to TCVN ISO 14044:2011

TCVN & QCVN
TIÊU CHUẨN VIỆT NAM

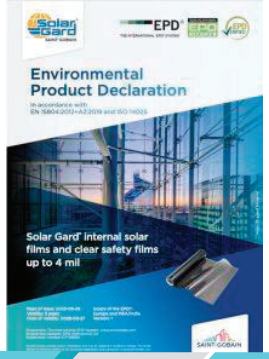
1. OVERVIEW OF LCA FOR BUILDING MATERIALS

1.4. Current study on LCA for building materials in Vietnam

+ There has been no LCA research for construction materials products

+ Several LCA studies for other products have been published: cargo ships, rice, chair cushions,...

+ Some companies announced LCA results such as Insee Cement, Saint Gobain, Posco Yamato Vina



ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials
VIBM

2. LCA STUDY FOR BUILDING MATERIALS IN VIET NAM

2.1. Project information

General information:

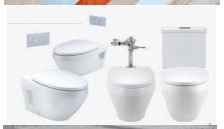
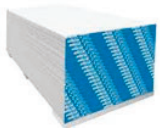
- Project type: a research project of the Ministry of Construction, code MT 11-22
- Implementing unit: Institute of Construction Materials
- Implementation time: 02 years (2022-2023)

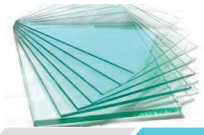
Research subjects:

15 types of building materials products were researched: Cement, paving materials (ceramic, granite, Cotto, artificial paving stones, natural paving stones), sanitary ceramics, construction glass, lime, refractory materials, construction materials (fired bricks, AAC bricks, aggregate concrete bricks), construction paint, gypsum board.

Implementation content::

- Establish LCA database for 15 types of construction materials products in Vietnam
- PracticeLCA for 4 types of construction materials products
- Develop documents and software tools to support the implementation of LCA of construction materials products in Vietnam

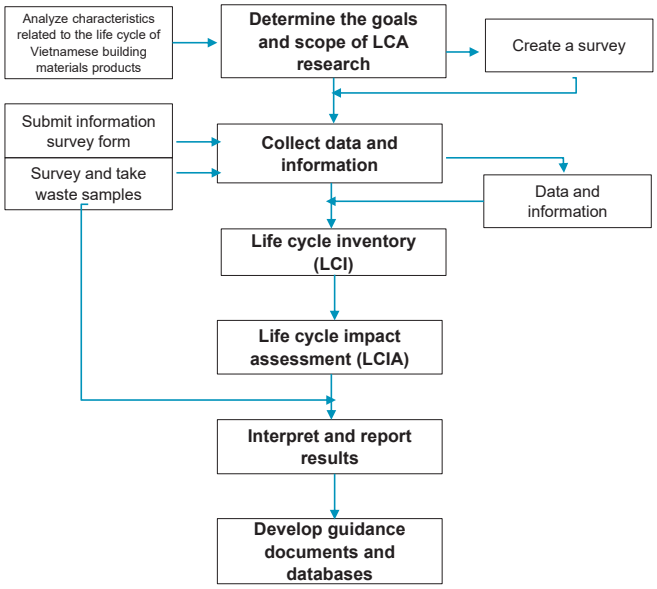





2. LCA STUDY FOR BUILDING MATERIALS IN VIET NAM

2.2. Study process and methodology

Study process diagram



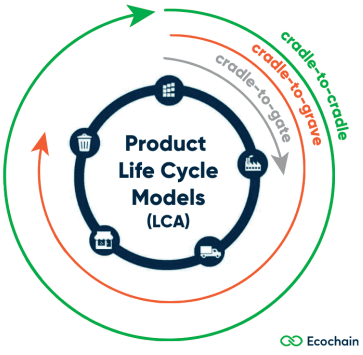
ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials
VIBM

2. LCA STUDY FOR BUILDING MATERIALS IN VIET NAM

2.2. Study process and methodology

+ LCA method is used: CML 1992, Institute of Environmental Sciences of the University of Leiden in the Netherlands; ISO 14040-14044

Impact	Impact indicator		Unit	Characteristic model
Climate change	Infrared radiative forcing for 100-year time horizon	GWP	Kg CO2-eq	IPCC characterization model. The IPCC provides characterization factors, Global Warming Potentials (GWPs), for a 100-year time horizon
Photochemical ozone creation potential	Photochemical oxidant formation	POCP	Kg ethene eq	UNECE Orbital Model
Acidification	Critical acidification effect	AP	Kg SO2-eq	IIASA RAINS model
Eutrophication	Critical Eutrophic Load	EP	Kg (PO4)3-eq	Stoichiometric method, establishing the equivalence of nutrients on the basis of their occurrence in biomass



2. LCA STUDY FOR BUILDING MATERIALS IN VIET NAM

2.2. Study process and methodology

Survey and collect data

- Data is collected in two main forms: through information surveys and actual surveys.
- Analyze, evaluate, and eliminate inappropriate data

No	Products	Collect data using surveys	Survey and collect data directly at site
1	Cement	43	4
2	Ceramic	25	6
3	Brick, Adobe bricks	12	4
4	Refractory materials	2	2
5	Sanitary ware	7	7
6	Construction paint	2	2
7	Plasterboard	2	2
8	Lime	9	2
9	Glass	2	2
	Total	104	31

ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable

2. LCA STUDY FOR BUILDING MATERIALS IN VIET NAM

2.2. Study process and methodology

Survey and collect data

ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

VIBM

2. LCA STUDY FOR BUILDING MATERIALS IN VIET NAM

2.2. Study process and methodology

Sampling and measuring the output waste (exhaust gas, wastewater)

ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

VIBM

2. LCA STUDY FOR BUILDING MATERIALS IN VIET NAM

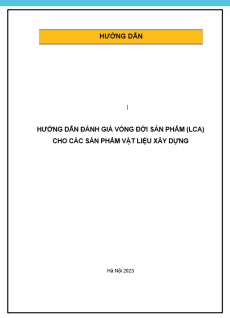
2.3. Project results

The project has achieved the following results:

(1) Established a database to serve LCA implementation and LCA results of 95 manufacturing units with 15 types of Vietnamese building material products

(2) Develop a guideline document for the life cycle assessment of building materials products suitable to Vietnamese conditions

(3) Establish software tools to support the life cycle assessment of building materials products suitable to Vietnamese conditions



3. OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR LCA OF BUILDING MATERIALS PRODUCTS IN VIETNAM

3.1. Opportunities

- Evaluate production efficiency, save energy and resources, reduce production costs and increase profits, protect the environment
- Basis for achieving certifications and participating in the international market: EPD, LEED, BREEAM, Ecodesign Directive, SGBC Green Label,...
- Opportunity to participate in domestic and international carbon markets
- Increase competitiveness when participating in international markets with strict environmental requirements such as Europe
- Basis for implementing circular economy
- Enhance image, and receive support from partners in protecting the environment and resources, thereby creating cooperation and investment opportunities.

ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials
VIBM

3. OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR LCA OF BUILDING MATERIALS PRODUCTS IN VIETNAM

3.2. Challenges

- Policy: There is no mandatory legal framework for LCA and no attractive incentive mechanism for implementation
- Human resources: requires high expertise
- Cost: expensive for the implementation process
- Certification of results: Must be performed by an international organization
- Instructions: No specific instructions have been issued for construction material manufacturing companies to implement
- Data: lack of data to ensure full life cycle of building material product

ReBuMat

German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

VIBM

THANKS FOR LISTENING!

Vietnam Institute For Building Materials - Ministry of Construction

Add: No 235 Nguyen Trai Street, Thanh Xuan District, Ha Noi

Tel: 024.38581111 *Fax: 024.38581112*

Email: thietbimoitruong@vibm.vn *Website: www.vibm.vn*

Green Building Design Strategy for a Townhouse in Phnom Penh from Life Cycle Assessment

Makara Long, Virak Han, Pierre Leclercq, Sigrid Reiter

Research and Innovation Center (RIC), Institute of Technology of Cambodia
LEMA, University of Liège

Phnom Penh, 24th April 2024

Table of Contents

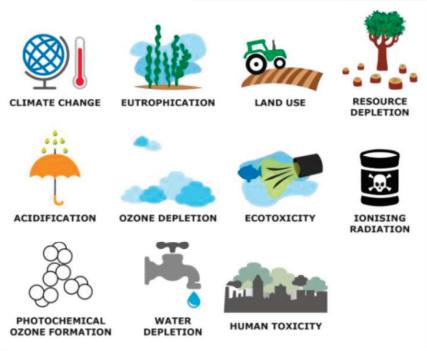
I. Research Context
II. Aim of Study
III. Methodology
IV. Results
V. Conclusion

I. Research Context

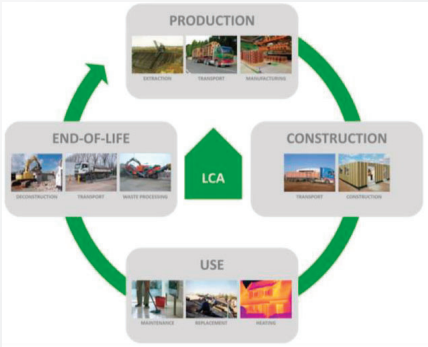
Source: Michael Waibel, 2017

- Environmentally, **buildings** account for **40% of global energy consumption** and **one-third of greenhouse gas emissions** (World Economic Forum, 2021) and are also considered a major player in **environmental degradation** (Fujita et al., 2008).

- The **relationship** between the **building industry** and **environmental pollution** is commonly **associated**, although the building industry is **important** for **social and economic development**.



Environmental impact category (Sala et al. 2016)



Life cycle of building (Allacker 2021)

II. Aim of Study

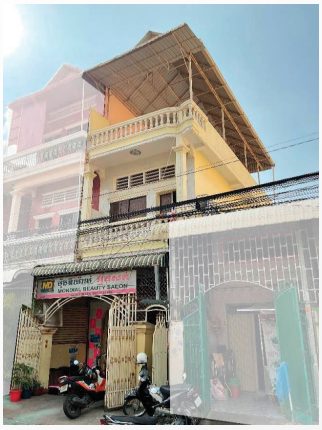
- Study the **application** of **life cycle assessment** (LCA) to the **building case study** in Phnom Penh, Cambodia, a hot and humid tropical climate
- Minimize the **carbon footprint** and local **environmental impact** of the residential building sector
- Use LCA to define **new strategies** for **green building design** in Cambodia, especially **affordable housing** in Phnom Penh

III. Methodology

1. Analysis of LCA framework and state of art
2. Modeling building components and energy use in LCA tools
3. Carbon footprint and environmental impact assessment
4. Analyze the result from life cycle impact assessment
5. Interpretation and evaluate proposal strategies

Case Study

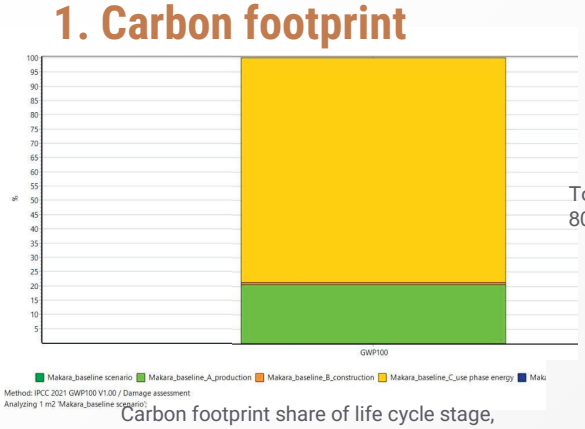
- Type: townhouse
- Construction year: 2005
- Number of inhabitants: 10
- Electricity consumption: 6480 kWh/year
- Total floor area: 157 m²



IV. Results

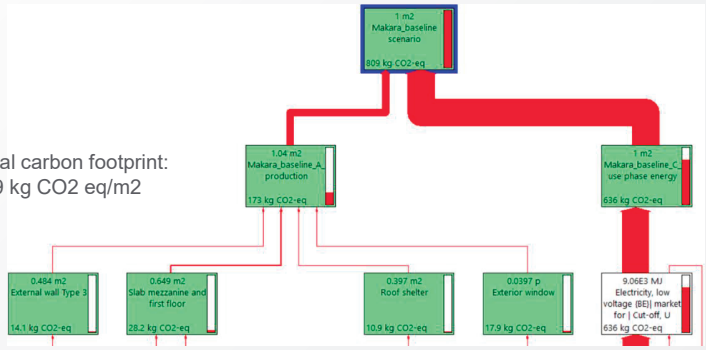
Baseline Scenario

1. Carbon footprint



Carbon footprint share of life cycle stage, IPCC 2021 GWP100 method

Total carbon footprint:
809 kg CO2 eq/m2

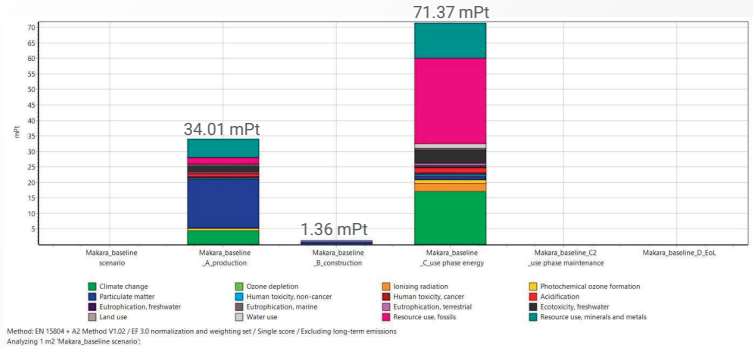


Significant influences on carbon footprint, IPCC 2021 GWP100 method

Significant influences on carbon footprint:

- Use phase energy: electricity consumption
- Production: slab of mezzanine and first floor, exterior windows, external wall type 3, and roof shelter

2. Environmental footprint



Total score: 106.74 mPt

Level of single score in impact categories, EN 15804 + A2 method

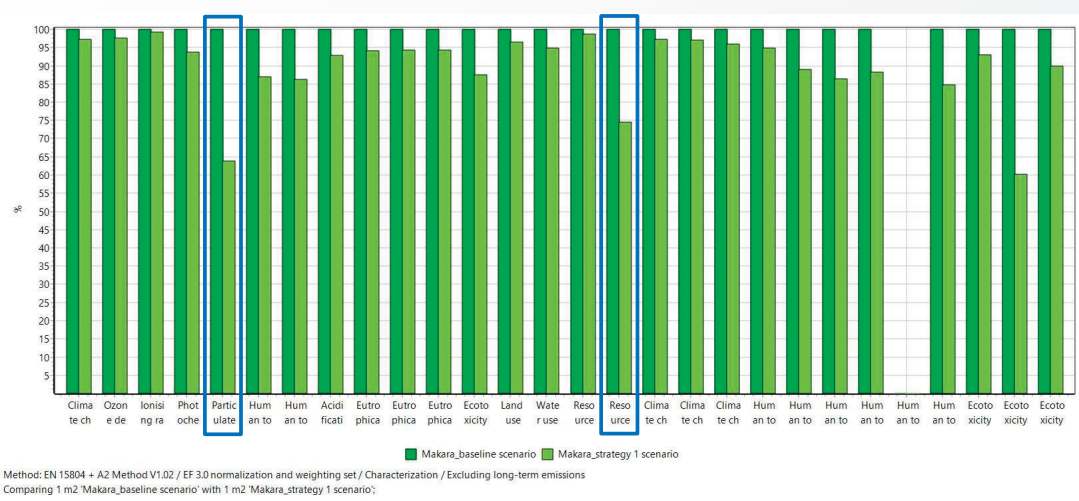
Significant impact categories:

- Use phase energy: resource use and climate change
- Production: particulate matter, resource use, minerals and metals and climate change

Proposal Strategies

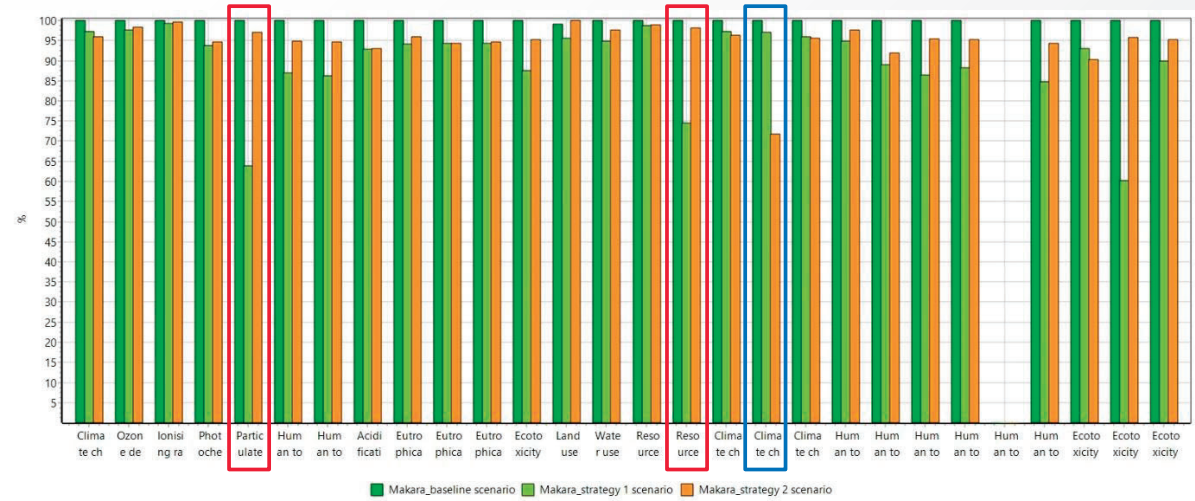
1st Strategy: remove unnecessary material

Ceramic tiles on the wall and terrace roof, steel bars of the exterior doors and windows, and roof shelter



2nd Strategy: replace existing materials with low-carbon ones

Wooden frame for exterior windows and doors, lean or prefabricated concrete

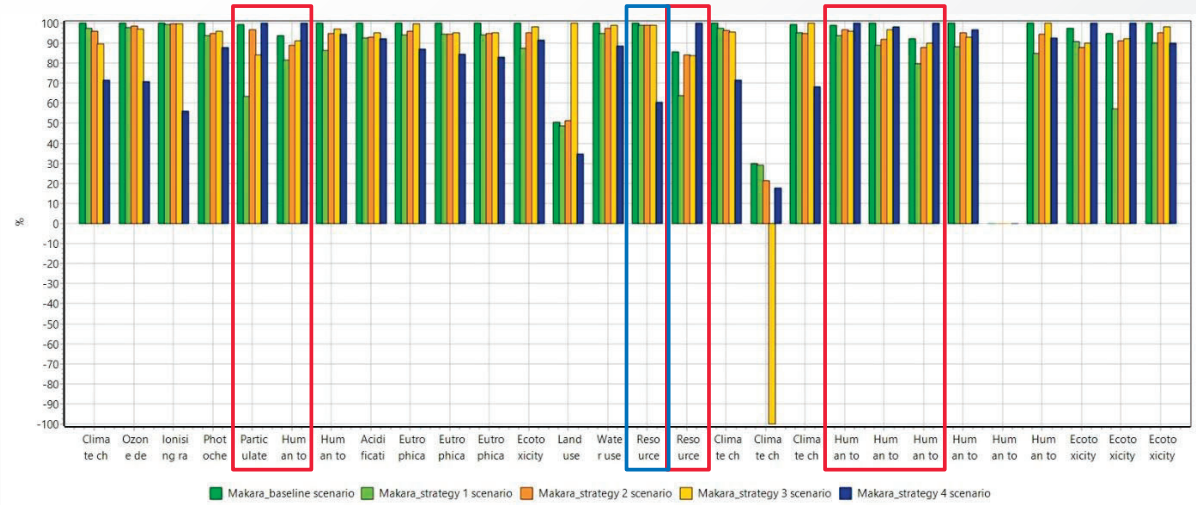


3rd Strategy: lightweight timber structure

Lightweight timber frame for the external walls

4th Strategy: applied renewable energy

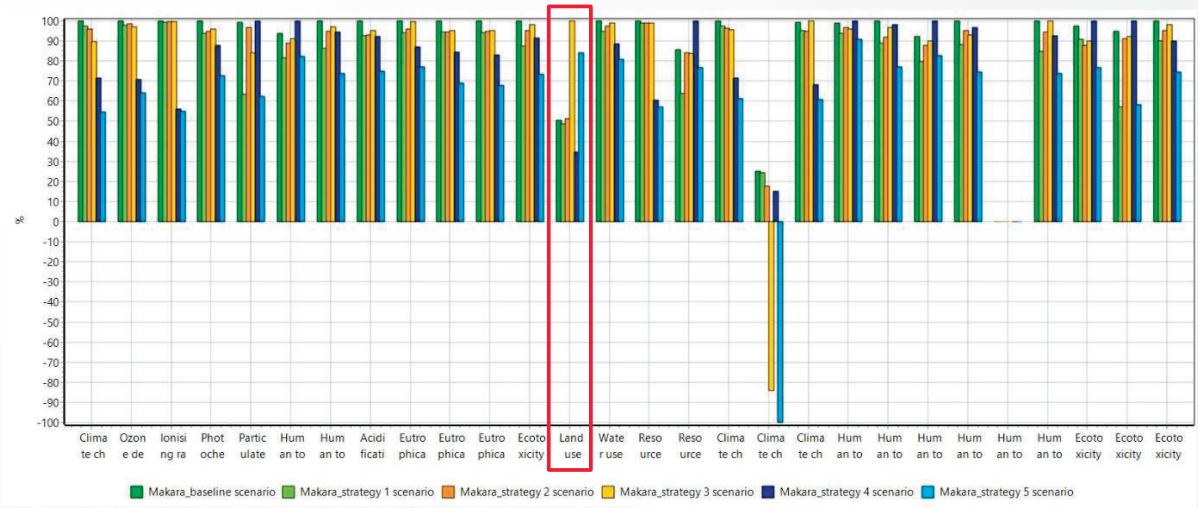
Installation of solar panels on the terrace roof



Method: EN 15804 + A2 Method V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set / Characterization / Excluding long-term emissions
Comparing processes;

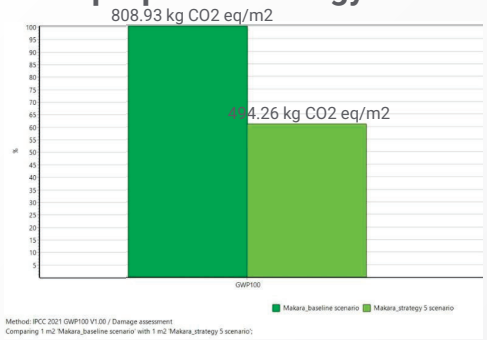
5th Strategy 5

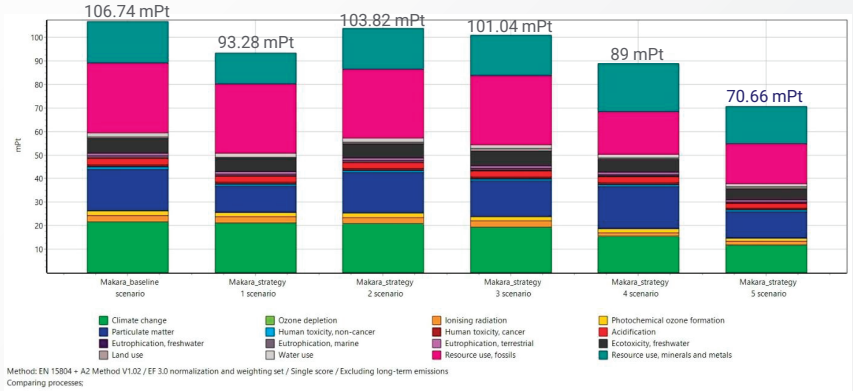
Implementation of all proposed strategies



Method: EN 15804 + A2 Method V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set / Characterization / Excluding long-term emissions
Comparing processes;

Comparison baseline and proposed strategy





V. Conclusion

- The **energy consumptions** during the **use phase** generate the highest influence on the carbon footprint and environmental impacts.
- All the proposed solutions contribute to reducing the global environmental footprint but generate in some cases an increase of a specific environmental impact category.
- The strategy defined by **combining** the **four studied scenarios** led to about a **40% reduction** in **carbon footprint** and a **34% decrease** in **overall environmental footprint** compared to the existing house.
- The defined solutions can be used for **future renovation**, **refurbishment**, and **design of new houses** in Cambodia.
- The **used methodology** and types of **green design solutions** should be useful in all countries of South-East Asia.

Thank You!

For Your Attendance

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

VGBC | Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

LOTUS cho Sản phẩm Xanh

Tìm hiểu về Nhãn Sản Phẩm Xanh LOTUS mới, các tiêu chí cũng như quy trình đánh giá dành cho các sản phẩm xây dựng.

Arden Linh Nguyen, Research Manager, VGBC

VGBC | Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

LOTUS
GREEN PRODUCT
CERTIFICATE

Chứng chỉ LOTUS cho Sản phẩm xanh

- Ra đời 1/5/2023 do nhận thấy nhu cầu bức thiết của thị trường
- Là thành viên của WGBC nên có lợi thế nhất định về việc trao đổi thông tin và học hỏi từ các GBC khác

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

VGBC Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Mối Quan Tâm Chính Của Các Tiêu Chuẩn

- Tập trung vào các mối nguy hóa học ngoài các chất gây ô nhiễm không khí trong nhà
- Đề cập các chất độc hại như thủy ngân, di chuyển lên chuỗi thức ăn và thường lây lan từ điểm xuất phát của chúng sang các khu vực không có rủi ro
- Xem xét các tác động tiêu cực xảy ra ở thượng nguồn ("từ khi được cung ứngứng") hoặc hạ nguồn ("khi phá bỏ") trong vòng đời của vật liệu
- Chỉ ra các chất đã cho thấy tác động tiêu cực ở nồng độ rất thấp (ví dụ: cadmium và thủy ngân) trong cơ thể sống (ngưỡng 100ppm - 1000ppm)

Email. info@vgbc.vn
www.vgbc.vn 4

Các Trở Ngại Cho Nhà Cung Cấp Để Đạt Được Chứng Chỉ

1. Thiếu sự định hướng
2. Thông tin giới hạn
3. Số lượng đơn vị thực hiện đánh giá còn ít
4. Chi phí cao
5. Thiếu nhân sự chuyên môn
6. Yêu cầu của chứng chỉ thiếu thực tế so với điều kiện thực tế của Việt Nam
7. Trở ngại về ngôn ngữ

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Các Bước Để Làm Chứng Chỉ Vật Liệu

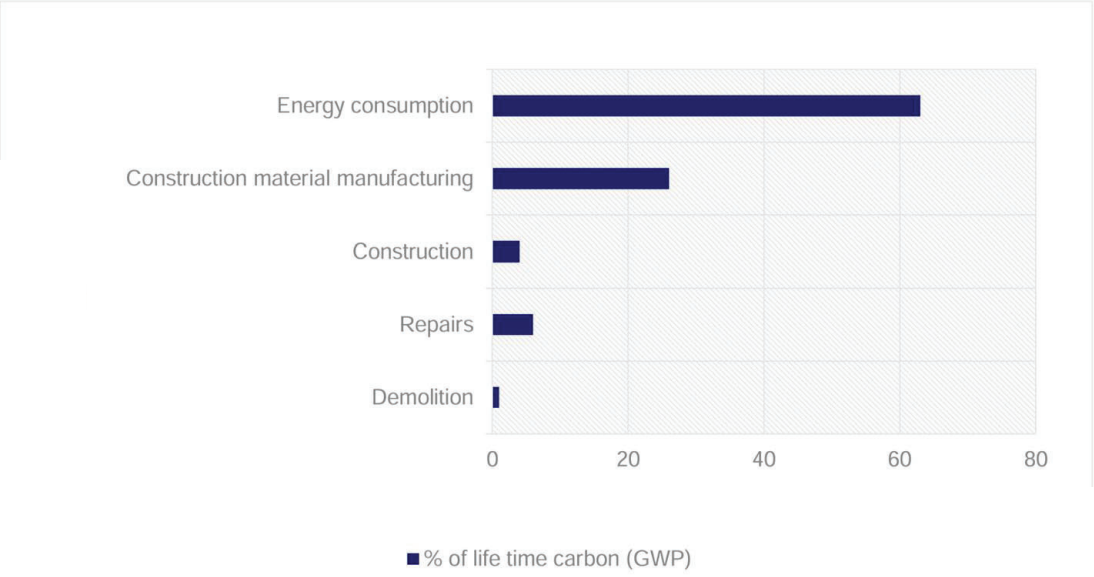
1. **Chọn chứng chỉ phù hợp**
2. **Chuẩn bị thời gian:** Để làm được chứng chỉ sẽ cần nhiều thời gian để hoàn thành các bài kiểm tra thí nghiệm và thu thập thông tin để hoàn thành hồ sơ. Thời gian này sẽ mất từ 3 tuần cho tới 12 tháng
3. **Liên hệ các đơn vị cung cấp chứng nhận** như VGBC, SGS, UL,... theo hướng dẫn của chứng chỉ
4. **Liên hệ các đơn vị phòng lab** có khả năng thực hiện thí nghiệm theo tiêu chuẩn yêu cầu tại Việt Nam như UL, SGS, TUV, Eurofins

Các bên tham gia vào quá trình đánh giá

Định nghĩa về sản phẩm xanh theo VGBC

Vật liệu xanh: sản phẩm xây dựng hoặc thiết bị có ít tác động hơn một sản phẩm xây dựng thông thường trong suốt vòng đời của nó. Các lĩnh vực tác động điển hình bao gồm sức khỏe con người, độc tính, lượng khí thải carbon, mất đa dạng sinh học, v.v. Sản phẩm cũng có thể có tác động tích cực, phục hồi hoặc tái tạo.

Laskelmat: Ruuska & Häkkinen: "The significance of various factors for GHG emissions of buildings." International Journal of Sustainable Engineering, 2014



Vật Liệu Ảnh Hưởng Trực Tiếp Tới Sức Khỏe

- **Chất lượng không khí:** Vật liệu có thể hấp thụ hoặc khuếch tán VOC và ảnh hưởng tới chất lượng không khí.
- **Ánh sáng:** Vật liệu có thể làm không gian tối hoặc sáng hơn, phân tán ánh sáng hoặc tạo chói.
- **Quản lý độ ẩm:** Vật liệu có thể ngăn chặn hoặc cho phép độ ẩm khuếch tán trong hệ thống HVAC chung.
- **Chất lượng cách âm:** Vật liệu có thể hấp thụ hoặc dội lại âm thanh trong cùng không gian.

LOTUS được xây dựng cho Việt Nam

Khác với các chứng chỉ trên thế giới, chứng chỉ của LOTUS được điều chỉnh theo mối quan tâm thiết yếu của đất nước Việt Nam (như việc trộm cát,...) và ghi nhận các yếu tố tích cực để giải quyết các vấn đề này

Ngoài các tiêu chuẩn test được chấp nhận, VGBC còn chấp nhận các tiêu chuẩn nước bạn tương đương với các tiêu chuẩn hiện hành trong điều kiện đảm bảo được các tiêu chuẩn của phòng lab

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

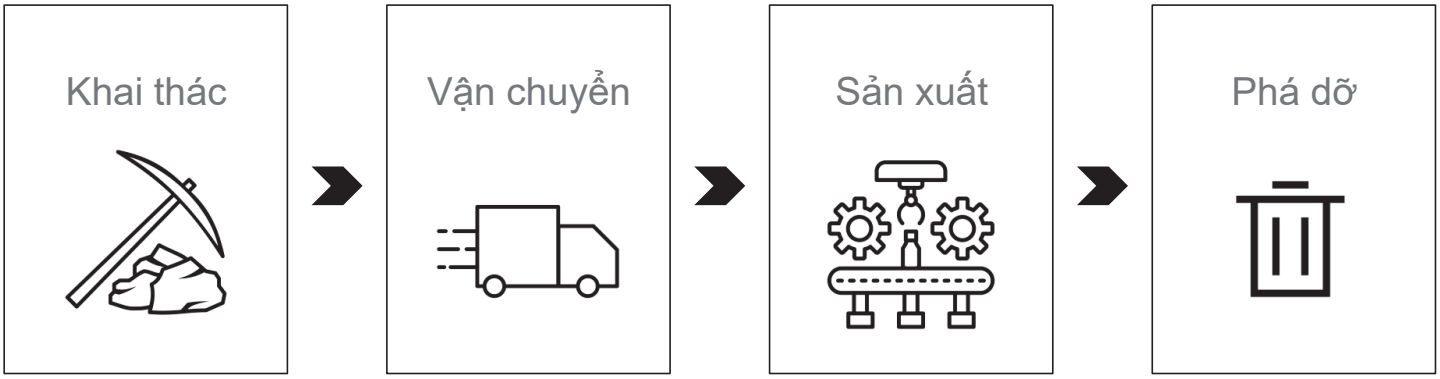
Các mối quan tâm hàng đầu của LOTUS

- Tối ưu hóa việc sử dụng vật liệu và tài nguyên
- Tăng tuổi thọ và ứng dụng của sản phẩm
- Quản lý chất thải độc hại ở cuối vòng đời của vật liệu

RE
uce.
pair.
use.
cycle.

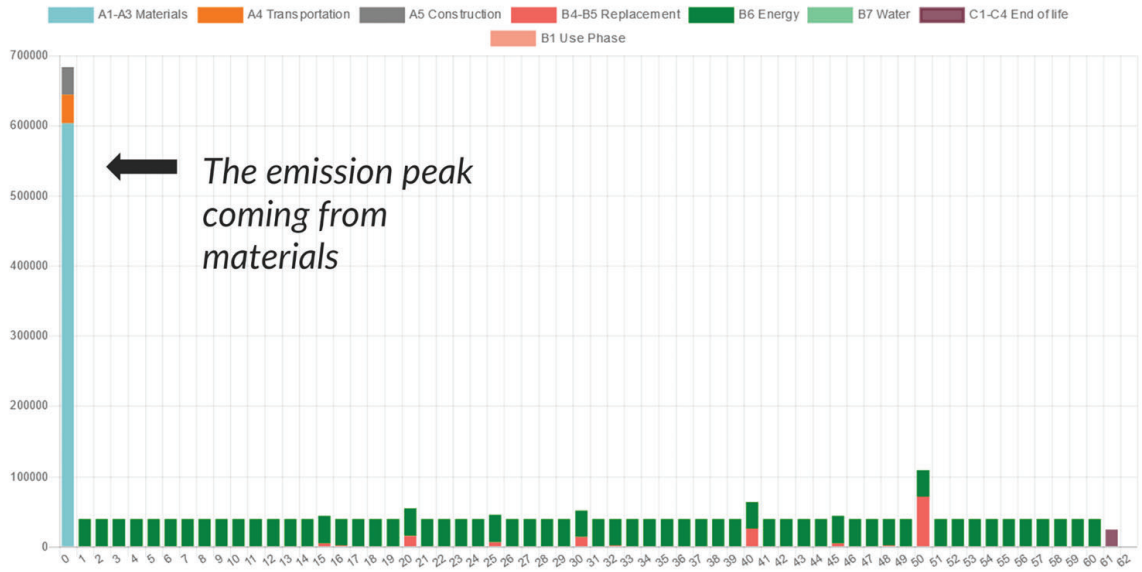
Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Đánh giá sản phẩm theo vòng đời

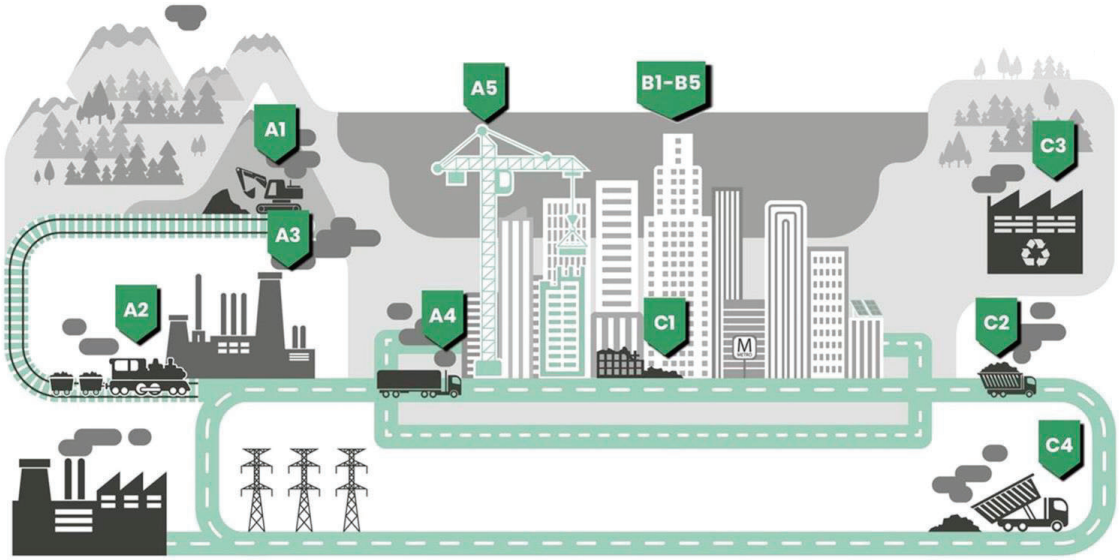


Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Theo thống kê của Oneclick LCA về phát thải trong sản xuất



Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50



A1 - A3 Product stage

A1 Raw material extraction
A2 Transport to manufacturing site
A3 Manufacturing

A4 - A5 Construction stage

A4 Transport to construction site
A5 Installation / Assembly

B1-B5 Use stage

B1 Use
B2 Maintenance
B3 Repair
B4 Replacement
B5 Refurbishment

C1 - C4 End of life stage

C1 Deconstruction & demolition
C2 Transport
C3 Waste processing
C4 Disposal

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Các nội dung đánh giá

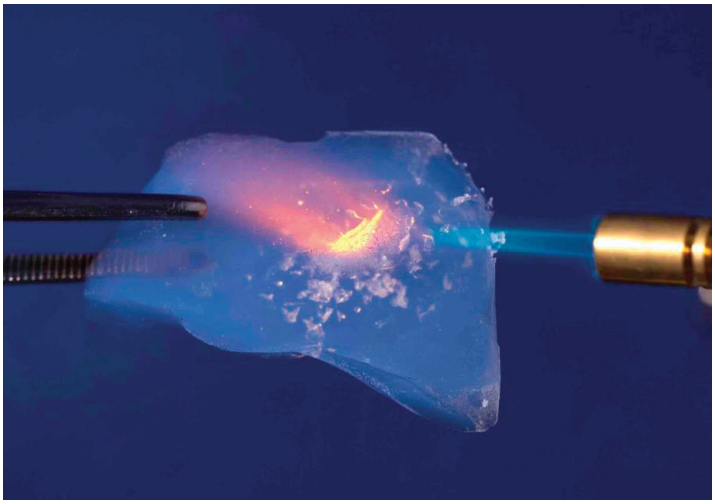
Nội dung đánh giá không chỉ sản phẩm mà còn bao bì, chu trình sản xuất (đặc biệt tiêu thụ điện và nước), và hiệu quả trong hệ thống quản lý

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

VGBC luôn tìm kiếm vật liệu mới và tính chất mới

Đưa định nghĩa mới cho tính năng sản phẩm trong mô tả sản phẩm - ví dụ khái niệm xây dựng rào cản bức xạ trong đánh giá sản phẩm cách nhiệt Win Foil

Đánh giá các sản phẩm mới trên thị trường như aerogel cần thực hiện nhiều nghiên cứu và tìm hiểu



Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Vấn đề hóa chất trong LOTUS

Chú ý trong quá trình đánh giá sẽ xem xét về các hóa chất được sử dụng (đặc biệt đối với các sản phẩm có thành phần kháng khuẩn và kiểm soát sinh vật gây hại)

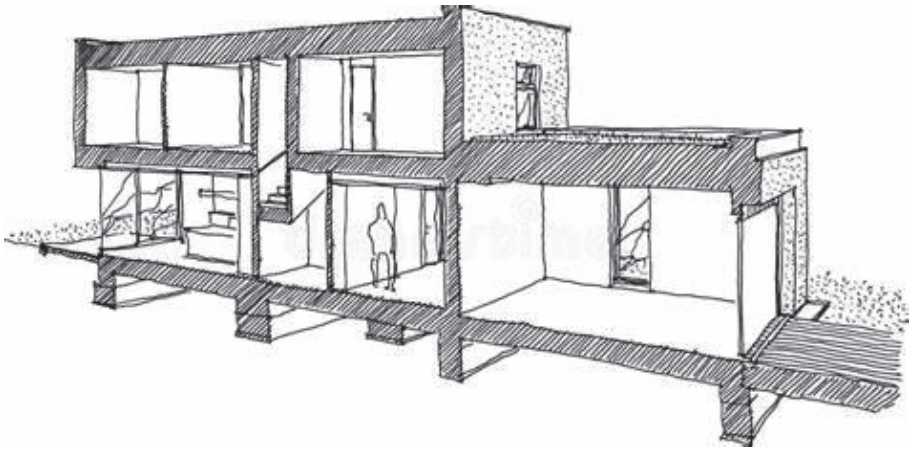
VGBC sẽ thu thập thông tin trên các thị trường thế giới đặc biệt là Châu Âu và Mỹ để xem xét cách xử lý của họ với các hóa chất trong nhóm đáng ngại để đảm bảo sức khỏe cho người sử dụng

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Yêu cầu cho LOTUS tùy thuộc vào loại vật liệu và tùy thuộc không gian

Các hạng mục được chia như sau:

1. Kết cấu và vỏ bao che
2. Nội thất và hoàn thiện
3. Thiết bị điện và cơ khí
4. Thiết bị nước
5. Ngoại thất và Cảnh quan



Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

1. Kết cấu và vỏ bao che	Yêu cầu bắt buộc				Các yếu tố xanh khác						
	100% vật liệu không nung	SHGC tối đa =0.46	Tối thiểu 25% thành phần tái chế	SRI tối thiểu =78 và Phản xạ mặt trời =0.75	EPD được bên thứ 3 chứng nhận	Chứng chỉ môi trường được công nhận (xem LOTUS NC v3: M-1	Các biện pháp giảm thiểu bê tông (xem LOTUS NC v3: M-1)	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Giảm thiểu khai thác cát sông	Tích hợp tuần hoàn tại giai đoạn phá dỡ	Đóng góp cho các tiêu chí LOTUS khác
Bê tông thương phẩm			X		X	X	X	X	X	X	X
Hệ thống tường nội ngoại thất	X				X	X		X	X	X	X
Kính và tương tự kính		X			X	X		X		X	X

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

1. Kết cấu và vỏ bao che	Yêu cầu bắt buộc				Các yếu tố xanh khác						
	100% vật liệu không nung	SHGC tối đa =0.46	Tối thiểu 25% thành phần tái chế	SRI tối thiểu =78 và Phản xạ mặt trời =0.75	EPD được bên thứ 3 chứng nhận	Chứng chỉ môi trường được công nhận (xem LOTUS NC v3: M-1	Các biện pháp giảm thiểu bê tông (xem LOTUS NC v3: M-1)	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Giảm thiểu khai thác cát sông	Tích hợp tuần hoàn tại giai đoạn phá dỡ	Đóng góp cho các tiêu chí LOTUS khác
Vật liệu mái				X	X	X		X	X	X	X
Lát tường và trang trí	Tùy vật liệu										

VGBC Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

2. Nội thất và hoàn thiện	Yêu cầu bắt buộc				Các yếu tố xanh khác				
	Gỗ có nguồn gốc bền vững (FSC, PEFC, VFCS, các vật liệu tái tạo)	Không sử dụng chất kháng sinh vật, hợp chất chứa Fluorine-Carbon, hóa chất ngăn cháy	VOC thấp hoặc bằng không	Không kim loại nặng, phthalate, chất tạo mùi	EPD được bên thứ 3 chứng nhận	Chứng chỉ môi trường được công nhận (xem LOTUS NC v3: M-1	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Đóng góp cho các tiêu chí LOTUS khác
Đồ nội thất (bàn, ghế, vv)	X	X	X	X		X	X		X
Sơn và lớp phủ nội thất		X	X	X		X		X	X
Keo dính và chất chà ron		X	X	X	X	X		X	X

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

2. Nội thất và hoàn thiện	Yêu cầu bắt buộc				Các yếu tố xanh khác				
	Gỗ có nguồn gốc bền vững (FSC, PEFC, VFCS, các vật liệu tái tạo)	Không sử dụng chất kháng sinh vật, hợp chất chứa Fluorine-Carbon, hóa chất ngăn cháy	VOC thấp hoặc bằng không	Không kim loại nặng, phthalate, chất tạo mùi	EPD được bên thứ 3 chứng nhận	Chứng chỉ môi trường được công nhận (xem LOTUS NC v3: M-1	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Đóng góp cho các tiêu chí LOTUS khác
Phụ tùng cửa sổ (rèm che, vv)		X	X			X		X	X
Gỗ và gỗ tổng hợp	X		X	X	X	X	X	X	X
Màn chắn	X		X	X		X		X	X

VGBC Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

2. Nội thất và hoàn thiện	Yêu cầu bắt buộc				Các yếu tố xanh khác				
	Gỗ có nguồn gốc bền vững (FSC, PEFC, VFCS, các vật liệu tái tạo)	Không sử dụng chất kháng sinh vật, hợp chất chứa Fluorine-Carbon, hóa chất ngăn cháy	VOC thấp hoặc bằng không	Không kim loại nặng, phthalate, chất tạo mùi	EPD được bên thứ 3 chứng nhận	Chứng chỉ môi trường được công nhận (xem LOTUS NC v3: M-1	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Đóng góp cho các tiêu chí LOTUS khác
Vật liệu sàn	X		X		X	X		X	X
Vải		X			X	X		X	X
Hệ thống trần		X	X		X	X		X	X

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

2. Nội thất và hoàn thiện	Yêu cầu bắt buộc				Các yếu tố xanh khác				
	Gỗ có nguồn gốc bền vững (FSC, PEFC, VFCS, các vật liệu tái tạo)	Không sử dụng chất kháng sinh vật, hợp chất chứa Fluorine-Carbon, hóa chất ngăn cháy	VOC thấp hoặc bằng không	Không kim loại nặng, phthalate, chất tạo mùi	EPD được bên thứ 3 chứng nhận	Chứng chỉ môi trường được công nhận (xem LOTUS NC v3: M-1	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Các tiêu chí bền vững theo LOTUS NC v3: M-1	Đóng góp cho các tiêu chí LOTUS khác
MDF			X		X	X	X	X	X
Thạch cao và tấm thạch cao (tường)			X		X	X		X	X
Đá và mặt phẳng liền	X	X	X		X	X		X	X

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Yêu cầu cho sản phẩm điều hòa

1. Tổng lượng điện tiêu thụ cho 1 sản phẩm

2. Các biện pháp của nhà máy để tiết kiệm điện năng

3. Tổng lượng nước tiêu thụ cho 1 sản phẩm

4. Các biện pháp của nhà máy để tiết kiệm tiêu thụ nước

5. Mô tả quản lý rác thải của nhà máy.

6. Mô tả các biện pháp quản lý nhằm tiết kiệm tài nguyên, nguyên nhiên vật liệu

7. Mô tả sản phẩm và đính kèm file rời ảnh của sản phẩm

8. Mô tả công ty và đính kèm file rời của công ty

9. Nguồn gốc đầu vào của vật liệu thô (khai thác hoặc nhập ở địa phận nào, khoảng cách từ đó tới nhà máy, có sử dụng vật liệu tái chế hay không và chiếm bao nhiêu phần trăm nếu có)

10. Công ty tự mình lắp đặt thiết bị hay là nhà thầu của chủ đầu tư lắp đặt

11. Liệt kê các nguyên vật liệu. Danh sách các hóa chất dùng trong giai đoạn gia công và kim loại nặng nếu có

12. Mô tả bao bì của sản phẩm, có đính kèm file rời ảnh của bao bì và ảnh của sản phẩm chất lên phương tiện chuyên chở

13. Công ty/Tập đoàn có các chính sách hoặc chương trình nào để xử lý sản phẩm sau phá dỡ công trình hay không

14. Báo cáo thí nghiệm sản phẩm theo tiêu chuẩn ARI/AHRI, EE, ISO 15042 hoặc tương đương

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Thành phần chứng chỉ

1 chứng chỉ hoàn chỉnh bao gồm:

- Mặt trước có chữ ký đóng dấu
- Bản mô tả tiếng anh
- Bản mô tả tiếng việt
- Đăng ký thông tin trên cổng vật liệu của VGBC

*các tài liệu đều có bản cứng và bản mềm

LOTUS GREEN PRODUCT CERTIFICATE

Product Name: Acotec Wall **Certification number:** 00010 03 003

Product Brand: Xuan Mai

Product Category: 03 Concrete

Certificate holder: Xuan Mai Investment and Construction Corporation
Xuan Trung Village, Thuy Xuan Tien Commune
Chuong My District, Hanoi, Vietnam

Date of Issuance: September 20, 2023

End of Validity: September 20, 2025

Product Reviewer:
Arden Linh Nguyen
Vietnam Green Building Council

Signature

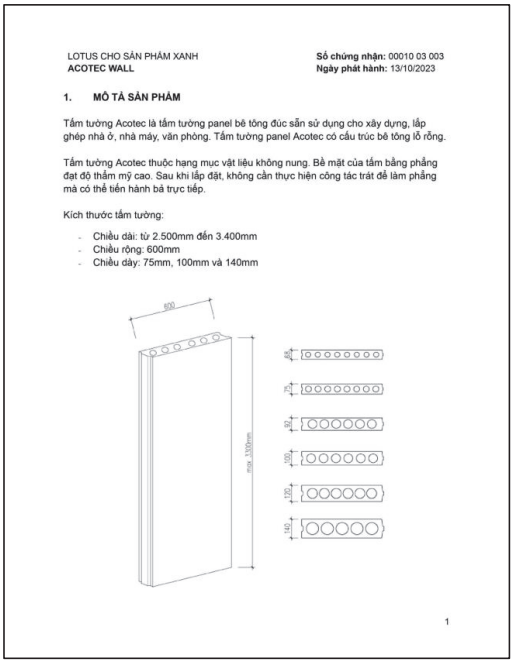
THE PRODUCT HAS BEEN ASSESSED ACCORDING TO THE ASSESSMENT CRITERIA OF LOTUS GREEN BUILDING PRODUCT CERTIFICATION SCHEME AND HAS BEEN ENDORSED BY THE VIETNAM GREEN BUILDING COUNCIL

Executive Director
Vietnam Green Building Council

LOTUS GREEN PRODUCT CERTIFICATE

VGBC Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50



LOTUS CHO SẢN PHẨM XANH
ACOTEC WALL

Số chứng nhận: 00010 03 003
Ngày phát hành: 13/10/2023

1. MÔ TẢ SẢN PHẨM

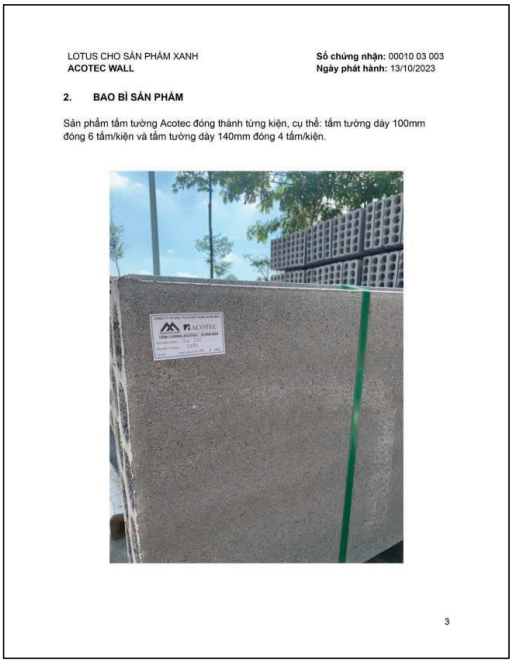
Tấm tường Acotec là tấm tường panel bê tông đúc sẵn sử dụng cho xây dựng, lắp ghép nhà ở, nhà máy, văn phòng. Tấm tường panel Acotec có cấu trúc bê tông lỗ rỗng.

Tấm tường Acotec thuộc hạng mục vật liệu không nung. Bề mặt của tấm bằng phẳng đạt độ thẩm mỹ cao. Sau khi lắp đặt, không cần thực hiện công tác trát để làm phẳng mà có thể tiến hành bả trực tiếp.

Kích thước tấm tường:

- Chiều dài: từ 2.500mm đến 3.400mm
- Chiều rộng: 600mm
- Chiều dày: 75mm, 100mm và 140mm

1



LOTUS CHO SẢN PHẨM XANH
ACOTEC WALL

Số chứng nhận: 00010 03 003
Ngày phát hành: 13/10/2023

2. BAO BÌ SẢN PHẨM

Sản phẩm tấm tường Acotec đóng thành từng kiện, cụ thể: tấm tường dày 100mm đóng 6 tấm/kiện và tấm tường dày 140mm đóng 4 tấm/kiện.

3

3. THÔNG TIN VỀ CÔNG TY

Công ty Cổ phần Đầu tư và Xây dựng Xuân Mai là đơn vị sản xuất bê tông tấm lớn của Việt Nam, đồng thời là công ty đầu ngành trong lĩnh vực Xây dựng, Bất động sản và Năng lượng.

XUAN MAI CORP

4. ĐÁNH GIÁ CÁC TIÊU CHÍ XANH

Chứng nhận Sản phẩm xanh LOTUS cho sản phẩm này đã được trao dựa trên các tiêu chí sau:

4.1. Điện năng tiêu thụ:

Tổng lượng điện năng tiêu thụ theo khai báo của tấm tường Acotec là 0,6482 kWh/m^2 sản phẩm.

Toàn bộ lượng điện tiêu thụ lấy từ lưới điện quốc gia. Số liệu này liên quan tới phát thải khí nhà kính liên quan đến Phạm vi 2 (phát thải gián tiếp liên quan đến hoạt động sản xuất thông qua sản xuất điện bên ngoài).

4.2. Nước tiêu thụ

Tổng lượng nước tiêu thụ theo khai báo của tấm tường Acotec là 0,11 m^3/1m^3 sản phẩm.

4.3. Thành phần chính

Tấm tường Acotec gồm các thành phần chính là xi măng, cát nghiền, đá mạt, nước và phụ gia. Trong đó:

STT	Thành phần	Địa điểm khai thác	Khoảng cách từ nơi khai thác tới nhà máy (km)
1	Xi măng	PCB40 Trung Sơn	15
2	Cát nghiền	Công ty CP đầu tư và thương mại Thiên Nhật (Lương Sơn, Hòa Bình)	16
3	Đá mạt	Công ty TNHH xây dựng Dũng Vinh (Lương Sơn, Hòa Bình)	18
4	Phụ gia Pro-CA	Công ty cổ phần IPRO (Quốc Oai, Hà Nội)	20

Dựa vào bảng trên, chúng ta có thể thấy vật liệu này được khai thác trong cùng 1 địa phương và do đó có dấu chân carbon nhỏ hơn.

4.4. Hàm lượng VOC

Do là sản phẩm được ứng dụng trong môi trường trong nhà nên tấm tường Acotec bắt buộc tuân thủ tiêu chuẩn VOC. Tuy nhiên, do bê tông là vật liệu không phát thải nên không cần thực hiện kiểm tra.

4.5. Vật liệu không nung

Đối với các sản phẩm tường và hệ thống tường nội ngoại thất, sản phẩm bắt buộc phải là 100% vật liệu không nung.

Theo QCVN 09:2017/BXD về xây dựng công trình sử dụng năng lượng hiệu quả, vật liệu không nung được chú trọng áp dụng trong công trình xây dựng nhằm sử dụng hiệu quả tài nguyên đất, tiết kiệm năng lượng, giảm thiểu ô nhiễm và bảo vệ môi trường.

Tấm tường Acotec là vật liệu không nung và đạt yêu cầu của tiêu chí.

VGBC Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

4.6. Tiết kiệm vật liệu

Để tiết kiệm vật liệu và tối ưu trong quá trình sản xuất. Tấm tường Acotec Xuân Mai được tạo rỗng cụ thể như sau:

- Tấm tường dày 100mm, được tạo 6 lỗ D65 (Khối lượng thể tích của bê tông giảm từ 33% - 35%)
- Tấm tường dày 140mm, được tạo 5 lỗ D90 (Khối lượng thể tích của bê tông giảm từ 36% - 40%)

Phương pháp thiết kế này làm giảm đáng kể lượng bê tông và do đó giảm tài nguyên cũng như lượng phát thải khí nhà kính liên quan mà không ảnh hưởng đến hiệu suất.

4.7. Hiệu quả cách âm

Tuy hiệu quả cách âm không phải là tiêu chí bắt buộc của tiêu chuẩn LOTUS cho sản phẩm xanh, tính chất này đóng góp cho việc xây dựng môi trường sống và làm việc khỏe mạnh cho người sử dụng.

Các bài kiểm tra hiệu quả cách âm đã được thực hiện và đánh giá chi tiết tại phòng thí nghiệm của Viện Chuyên Ngành Kết Cấu Công Trình Xây Dựng theo ASTM E90 và ASTM C413 cho thấy hiệu quả cách âm của sản phẩm:

- Tại độ dày 75mm, tấm tường Acotec sau khi sơn bả đạt độ cách âm 42 dB
- Tại độ dày 100mm, tấm tường Acotec sau khi sơn bả đạt độ cách âm 45 dB
- Tại độ dày 140mm, tấm tường Acotec sau khi sơn bả đạt độ cách âm 47 dB

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

TẤM TƯỜNG ACOTEC

Thông tin sản phẩm

Tấm tường Acotec là tấm tường panel bê tông đúc sẵn sử dụng cho xây dựng, lắp ghép nhà ở, nhà máy, văn phòng. Tấm tường panel Acotec có cấu trúc bê tông lỗ rỗng.

Tấm tường Acotec thuộc hạng mục vật liệu không nung. Bề mặt của tấm bằng phẳng đạt độ thẩm mỹ cao. Sau khi lắp đặt, không cần thực hiện công tác trát để làm phẳng mà có thể tiến hành bả trực tiếp.

Kích thước tấm tường:
. Chiều dài: từ 2.500mm đến 3.400mm
. Chiều rộng: 600mm
. Chiều dày: 75mm, 100mm và 140mm

00010 03 003_Acotec Wall

Tấm tường

CÁC TIÊU CHÍ LOTUS ÁP DỤNG

NR / MFR	H-PR-2; H2
BIO	SP-2
Homes	H-3
SB	H-4

THÔNG TIN LIÊN HỆ

CÔNG TY CỔ PHẦN ĐẦU TƯ VÀ XÂY DỰNG XUÂN MAI

Địa chỉ	Tầng 4, Tòa Tháp Xuân Mai, Đường Tô Hiệu, Phường Hà Cầu, Quận Hà Đông, TP Hà Nội
ĐT	(+84 – 024) 7303 8866
Website	https://xmc.com.vn/

The content of this Product Data Sheet has been compiled from information supplied by the company and/or their agents and is not necessarily endorsed by the Vietnam Green Building Council.

Whilst every care has been taken in preparing this Product Data Sheet, the Vietnam Green Building Council cannot accept responsibility for any inaccuracies or for consequential loss incurred as as result of such inaccuracies arising through the use of the document.

VGBC Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Ứng dụng cho các chứng chỉ ngoài LOTUS

- LEED phụ thuộc vào tiêu chuẩn thí nghiệm để lựa chọn vật liệu
  Cho một số sản phẩm có thể áp dụng cho LEED (khi tư vấn LOTUS sẽ được hỏi)
- EDGE tính theo vật liệu hàm chứa nên có thể lựa chọn loại vật liệu trực tiếp trên app
- GreenMark chấp nhận nhận chứng chỉ của VGBC

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Sắp xếp các mối quan tâm để tránh vượt dự toán

- Khu vực có nhiều người tiếp xúc/có nhiều người tiếp xúc
- Vật liệu nội thất (phía trong màng chống thấm)
- Vật liệu chiếm tỷ lệ cao
- Vật liệu có sẵn thông tin hóa học (điểm bắt đầu dễ tiếp cận hơn)
- Các danh mục sản phẩm hiện có nhiều lựa chọn thay thế an toàn hơn
- Mức độ liên quan đến “câu chuyện” về sức khỏe nhằm quảng bá dự án

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

So sánh giá thành của LOTUS với chứng chỉ tương tự

LOTUS cho Sản phẩm	Singapore Green Label	Global GreenTag
Đánh giá ban đầu: 1000 USD có giá trị trong vòng 2 năm **Phí duy trì:** 250 USD/năm	**Đánh giá ban đầu:** 2600 USD có giá trị trong vòng 2 năm **Phí duy trì:** 1700 USD cho 2 năm	**Đánh giá ban đầu:** 3000-5000 USD có giá trị trong vòng 3 năm **Phí duy trì:** cần đóng phí duy trì hàng năm từ năm 4

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Quá trình đánh giá - tiêu chuẩn 3 tuần

Nhận được yêu cầu → Yêu cầu gửi thông tin vật liệu → Đánh giá sơ bộ vật liệu và tư vấn → Gửi báo giá, hợp đồng và yêu cầu chứng chỉ

Nhận thanh toán → Tiến hành đánh giá và viết mô tả sản phẩm (3 tuần) → Hoàn thành chứng chỉ

VGBC Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Sources:

Yang, F., & Tepfer, S. (n.d.). Prescription for Healthier Building Materials: A Design and Implementation Protocol. *American Institute of Architects*. https://content.aia.org/sites/default/files/2018-06/2018-06-07-SAI18_Materials_Protocol_Handbook_v04_FINAL.pdf

Common sources of pollutants that enter the indoor built environment. Source: Simon Turner (Healthy Buildings, Inc., 2017).

Six Classes. Green Science Policy Institute. (2016).

Xin cảm ơn!

Sáu nhóm hóa chất đáng lo ngại của GSPI

1. Hóa chất có nồng độ Flo cao

- Được sử dụng trong các sản phẩm hoàn thiện để chống vết bẩn và nước.
- Gây ra ung thư thận và tinh hoàn, bệnh tuyến giáp, giảm khả năng sinh sản, tăng cholesterol và thay đổi chức năng hormone

1. Chất kháng vi sinh vật

- Được sử dụng trong mặt bàn, sơn và đồ nội thất để ngăn chặn sự phát triển của vi sinh vật
- Thẩm thấu qua da, chúng có thể làm gián đoạn hoạt động của hormone, đồng thời có thể gây ra các tác động bất lợi cho quá trình sinh sản và phát triển, đồng thời làm tăng tính nhạy cảm với dị ứng.

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Sáu nhóm hóa chất đáng lo ngại của GSPI

3. Chất chống cháy

- Được tìm thấy trong đồ nội thất, vật liệu cách nhiệt và đồ điện tử
- Mối liên hệ với chỉ số IQ thấp hơn và hiếu động thái quá ở trẻ em, và rối loạn nội tiết tố, giảm khả năng sinh sản và ung thư ở người lớn.

4. Bisphenol and phthalate

- Bisphenol và phthalate được tìm thấy trong nhựa (hầu hết là nhựa epoxy) và thuốc trừ sâu
- Tăng nguy cơ ung thư, các vấn đề về khả năng sinh sản và phát triển, và rối loạn nội tiết tố.

VGBC Vietnam Green Building Council
Hội đồng Công trình xanh Việt Nam

Vietnam Green Building Council
No.587 Lac Long Quan street,
Xuan La ward, Tay Ho district, Hanoi
Hotline. 097 450 83 50

Sáu nhóm hóa chất đáng lo ngại của GSPI

5. Một số dung môi

- Được sử dụng trong sơn, chất kết dính, chất phủ và trong quá trình sản xuất nhiều sản phẩm.
- Rất dễ bay hơi và, một khi đã bốc hơi, con người hít vào và hấp thụ.
- Liên quan đến độc tính thần kinh, độc tính sinh sản và các tác động gây ung thư trong cả thời gian phơi nhiễm ngắn hạn, mức độ cao và phơi nhiễm lâu dài, mức độ thấp.

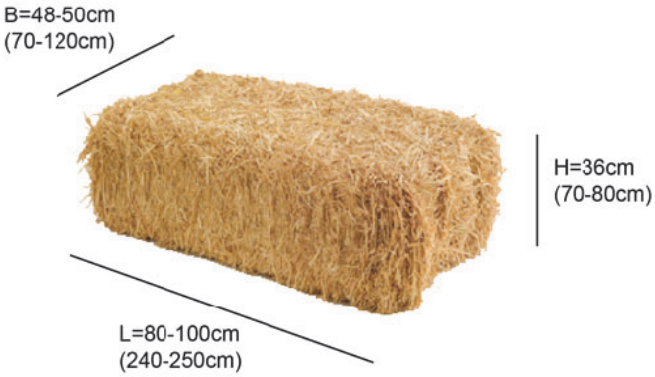
6. Phụ gia kim loại

- Một số kim loại (ví dụ cadmium, chì, thủy ngân và asen) thường được sử dụng trong bột màu, chất phủ, linh kiện điện và trong một số trường hợp, làm chất phụ gia kháng sinh gỗ đã qua xử lý.
- Có thể gây ra nhiều rối loạn hệ thần kinh và ung thư.

Strawbales as building material

An introduction by Virko Kade, Austria

The strawbale



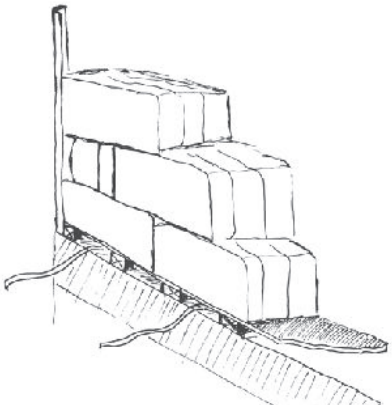
- cuboid of compressed cereal stalks
- mainly consists of cellulose, lignin and silica
- 13% equilibrium moisture (same as wood)
- 2 Mio to/ year in Austria, 1 Mio tons free for use
- cereals approved: wheat, rye, spelt and rice

Properties of Strawbales

- organic building material
- renewable and compostable
- very good ecological balance
- high performance as insulation (U-Value of whole structure with small bales: 0,1-0,14 W/m2K big bales: < 0,05 W/m2K)
- good for soundproofing and acoustics
- 90min fire restistance (plastered, 30min without)

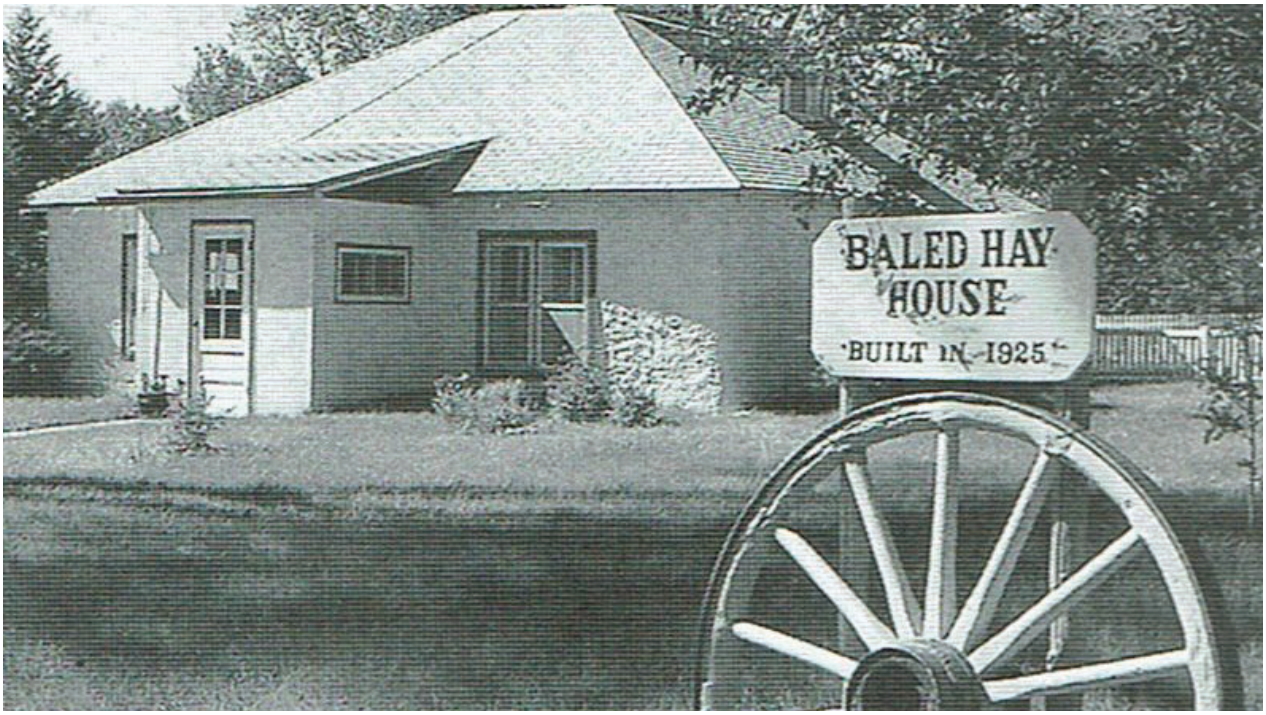
- healthy indoor climate
- high ductility >> earthquake proof
- inexpensive (comparable to conventional buildings)
- absorbs eloctromagnetic radiation (mobile phone, e-smog)
- personal contribution very likely by builders
- supports creativity in building process

History of Strawbale Building



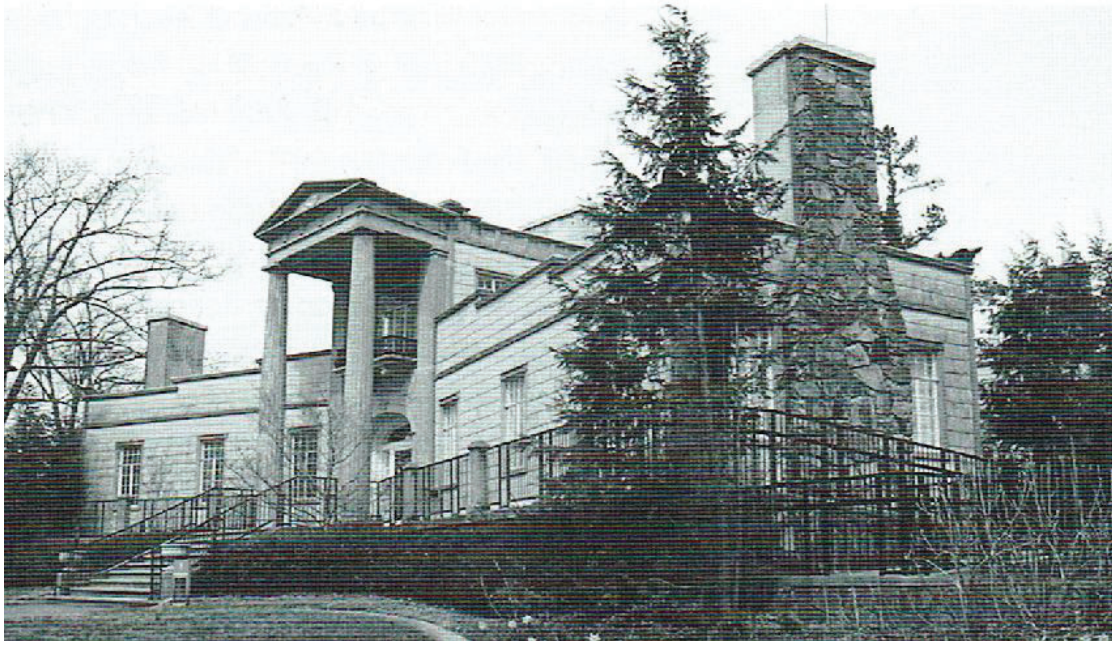
- first baling machines 1861-66
- first houses being built in1890 in the USA (Nebraska)
- due to defect of natural building materials in those areas
- first thought as provisional, some of them last until today

Fawn-Lake-Ranch, Nebraska 1900-14

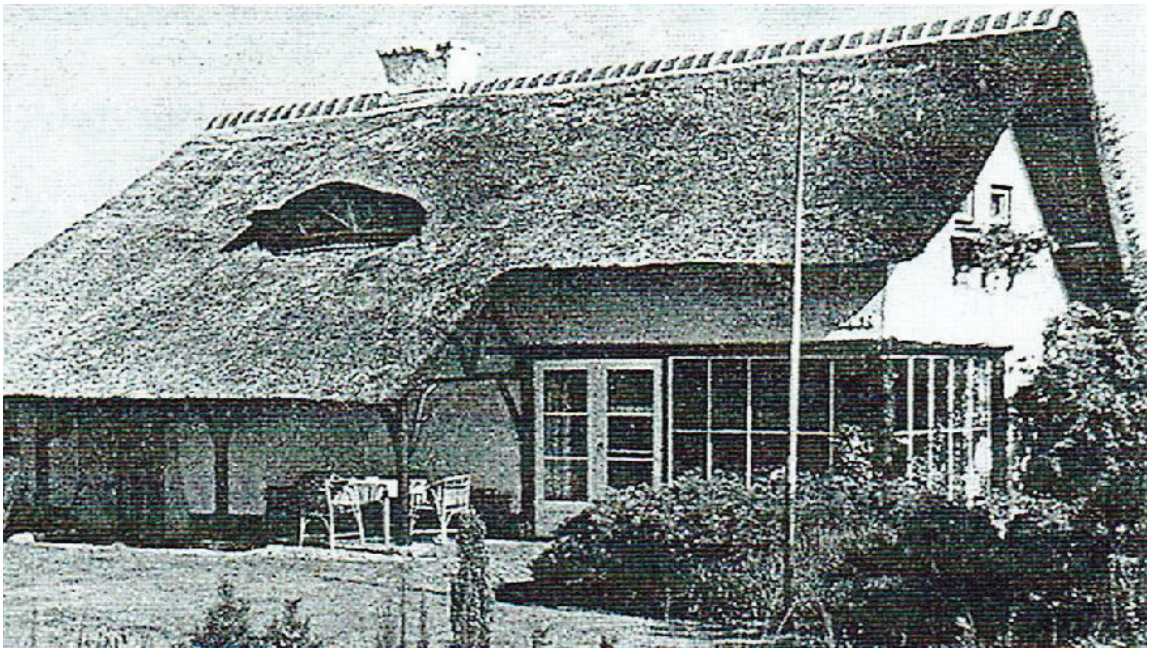


Martin-Monhart-House, Nebraska 1925

Pilgrim-Holiness-Church, Nebraska 1928



Burrit-Mansion, Alabama 1938



Country House, Holland 1944

The Rediscovery

- in the USA in the beginning of 1980 by (among others) the couple Steen and David Bainbridge
- explored old house and improved techniques
- in the beginning all of them were load bearing (Nebraska style)
- in Europe the ideas started spreading in the early 1990 (apart from short historical phase in France + Holland (1944-60)
- with adaption to local building codes >> predominantly as wood frame construction, bales used as insulation

Possible Uses

- lose straw being used as additive for clay and lime plaster, as roofing (reed, rye and rice straw) and as insulation
- strawbales as insulation within roof structure
- insulation in floor plate
- insulation in exterior walls
- as plaster base
- as static element (load bearing)
- for good acoustics and soundproofing

Examples of use

FTG
GSODAM

SIGA-Majpell 5
www.siga.ch

BISO

DOMWEBER

Examples of own projects

2014/04/06

POCK DACH

International projects

Thank you!

ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

CAMaRSEC
Climate-Adapted Material Research for the Socio-Economic Context of Vietnam
Enabling Research and Development for Sustainable Buildings in the socio-economic context of Vietnam

FONA
Research for sustainability

Federal Ministry of Education and Research

Eco-friendly house

with compressed stabilized earth blocks

Nguyen Trung Hieu, Pham Xuan Dat, Nguyen Van Tuan, Nguyen Cong Thang

Pham Thi Hai Ha, Nguyen Duy Thanh, Nguyen Tien Dung

Hanoi University of Civil Engineering, Vietnam

Inspiration

FONA
Research for sustainability

Federal Ministry of Education and Research

CAMaRSEC project (2019-2023)

Climate-Adapted Material Research for the Socio-Economic Context of Vietnam (CAMaRSEC)
Nghiên cứu vật liệu thích ứng biến đổi khí hậu trong điều kiện kinh tế - xã hội Việt Nam

Enabling Research and Development for Sustainable Buildings in the socio-economic context of Vietnam

Thúc đẩy nghiên cứu và phát triển các công trình xây dựng bền vững trong điều kiện kinh tế - xã hội Việt Nam

research consortium- hiệp hội nghiên cứu:

University of Stuttgart
Germany

Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

Fraunhofer
IBP

National University of Civil Engineering (NUCE)
Hanoi, Vietnam

funded by- tài trợ bởi:

FONA
Forschung für Nachhaltige Entwicklung
BMBF

Federal Ministry of Education and Research

Tuesday 25. April 2017

ReBuMat project (2020-2024)

Start 1.7.2020
End 30.6.2023

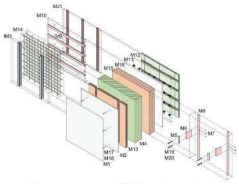
FONA
Forschung für Nachhaltige Entwicklung
BMBF

Federal Ministry of Education and Research

BMBF CONNECT-Program:
ReBuMat - German-Vietnamese cooperative project on resource-efficient building using sustainable building materials

Bio-based Building materials

Recycled Building materials



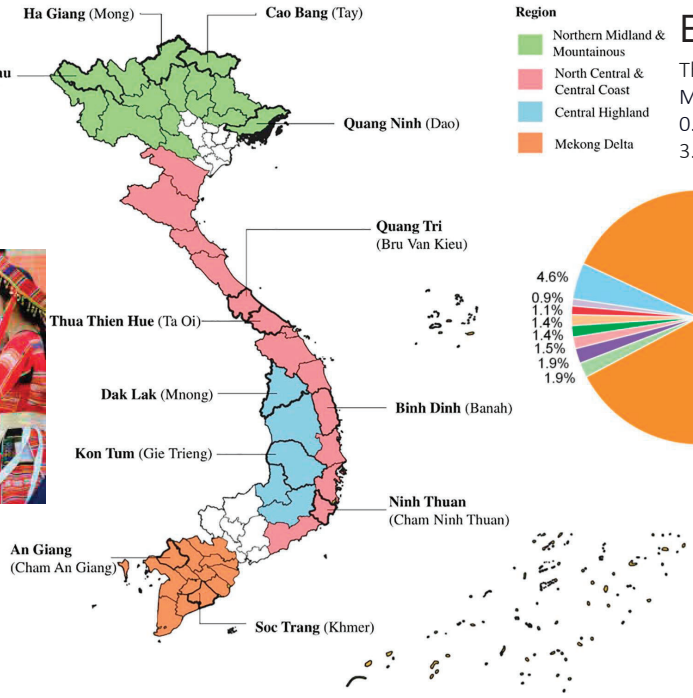
Resource-efficient and recycling-friendly construction systems

The aim of this cooperation project is to promote the research and development of building materials and construction methods for an energy-efficient, resource-efficient and generally sustainable construction practice. ReBuMat will bring together the existing work of the established german-Vietnamese CAMaRSEC project consortium in this field, thereby strengthening it scientifically and application-oriented.

University of Stuttgart Germany | Fraunhofer IBP | National University of Civil Engineering Hanoi, Vietnam | Ton Duc Thang University HCMC, Vietnam | Vietnamese Institut for Building Materials Hanoi, Vietnam

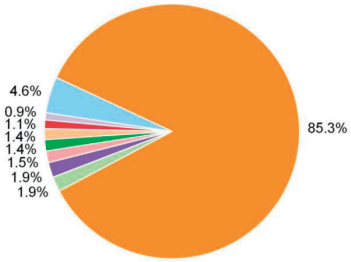
26.07.2020 German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials page 1 ReBuMat

Inspiration



Ethic minorities

The largest ethnic groups are: Kinh 85.32%, Tay 1.92%, Thái 1.89%, Mường 1.51%, Hmong 1.45%, Khmer 1.37%, Nùng 1.13%, Dao 0.93%, Hoa 0.78%, with all others accounting for the remaining 3.7% (2019 census).



14.119.256 people (2019)

20.8% unstable or simple house

7.037.246 (Northern Midland & Mountainous)

Inspiration

In many difficult areas of the Northern mountainous region, people's houses are dilapidated and temporary

Tân Minh, Đà Bắc (2022)

Tân Minh, Đà Bắc (2022)

Hòa An, Cao Bằng (2022)

Đồng Văn, Hà Giang (2021)

Mường Tè, Lai Châu (2021)

Mường Tè, Lai Châu (2021)

Inspiration

Difficulties in transporting materials is one of the reasons limiting people's housing construction

Inspiration

In addition to solutions to support housing construction costs, using on-site materials (non-fired clay bricks) in house construction overcomes difficulties in transporting materials, taking advantage of available materials is the basis for building houses for the poor

Hill land (no farming features) is very abundant

Palm leaves are used for roofing...

Bamboo supports the palm roof

Inspiration

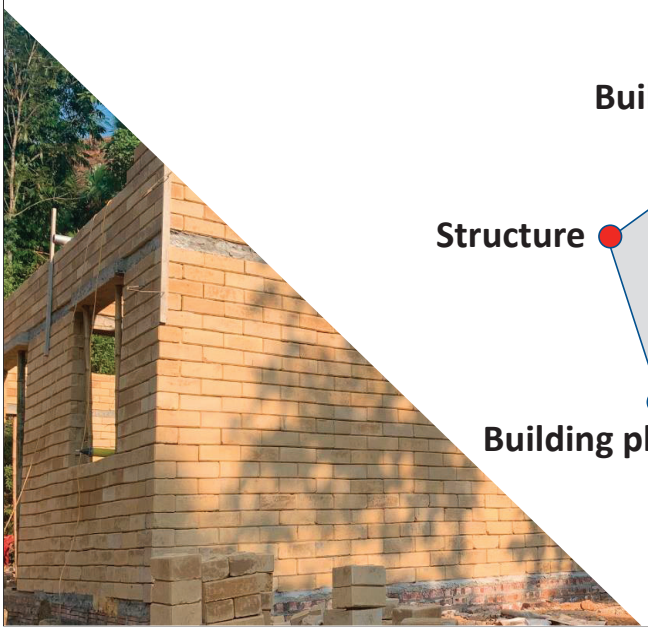
Some exist in housing support programs for the poor

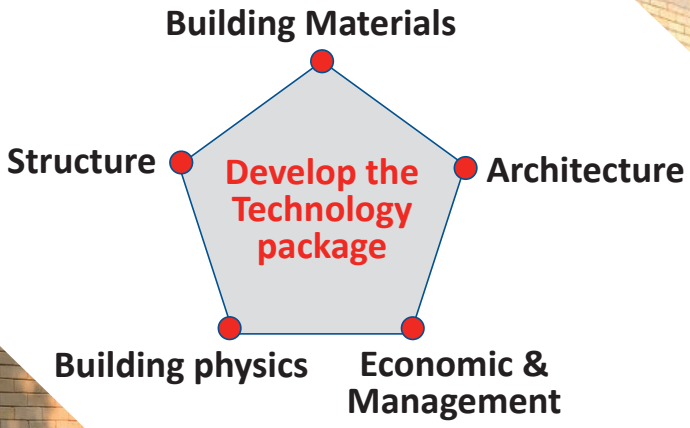
The state budget supports localities with a maximum of 40 million VND/household for new house construction (Clause 1, Article 9, Decision No. 02/2022/QD-TTg); Circular 01/2022-BXD

House built by the Ministry of Public Security in Muong Te, Lai Chau

Ideas

Develop the Technology Package to build the house for the poor

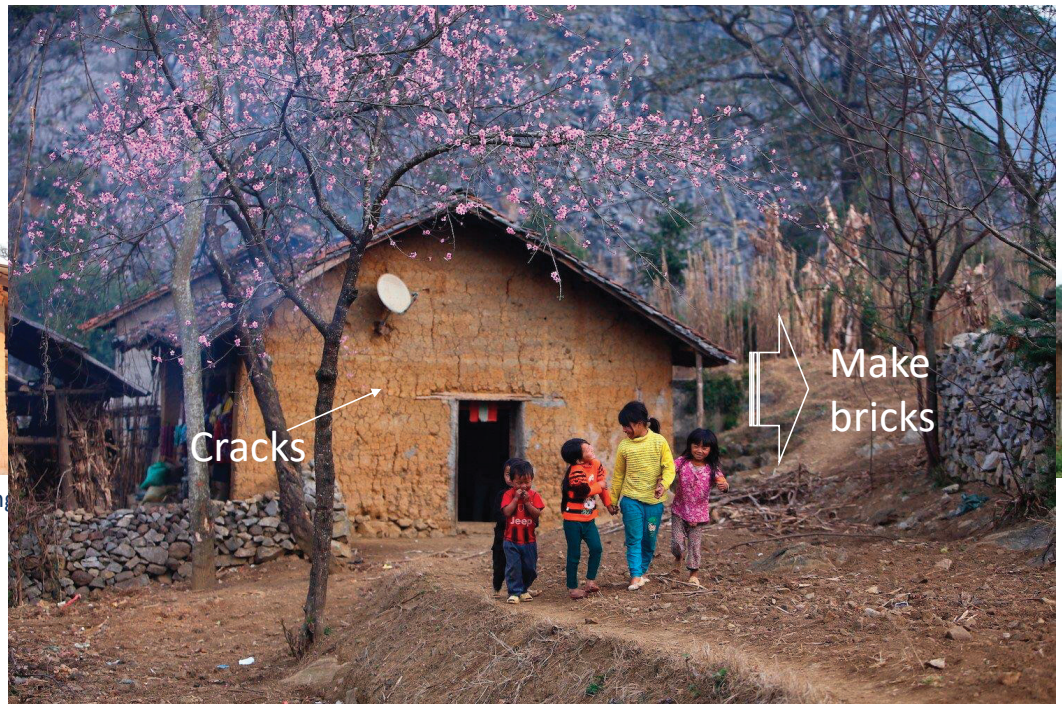




Ideas

Survey

H'Mông



Thái, Tày

Ideas

Production of compressed stabilized earth blocks (CSEB)

Property	Compressed stabilised earth blocks	Fired clay bricks	Calcium silicate bricks	Dense concrete blocks	Aerated concrete blocks	Lightweight concrete blocks
Wet compressive strength (MN/m^2)	1 - 40	5 - 60	10 - 55	7 - 50	2 - 6	2 - 20
Moisture movement (%)	0.02 - 0.2	0.00 - 0.02	0.01 - 0.035	0.02 - 0.05	0.05 - 0.10	0.04 - 0.08
Density (kg/m^3)	1700 - 2200	1400 - 2400	1600 - 2100	1700 - 2200	400 - 950	600 - 1600
Thermal conductivity W/m°C	0.81 - 1.04	0.70 - 1.30	1.10 - 1.60	1.00 - 1.70	0.10 - 0.20	0.15 - 0.70
Durability against rain	good to very poor	excellent to very poor	good to moderate	good to poor	good to moderate	good to poor

Develop the Technology package to build the house for the poor

Ideas

FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

Develop the Technology package to build the house for the poor

(1) Design the house

(2) Production of non-fired earth bricks

(3) Guide the poor to produce bricks

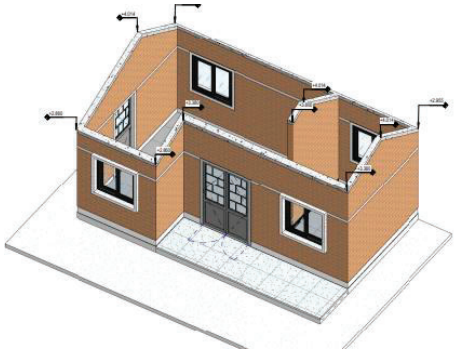
(4) Build the house

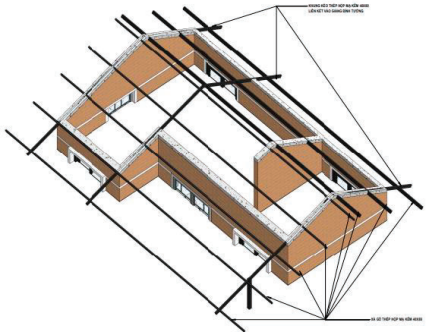
(5) Finishing

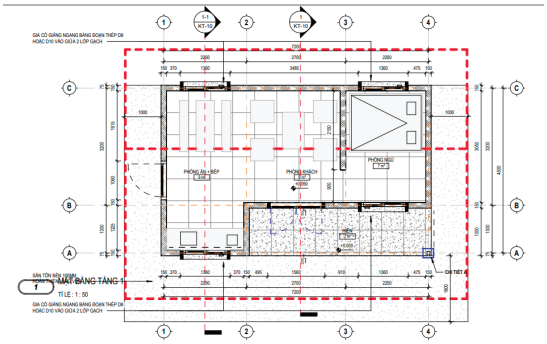
(1) Design the house

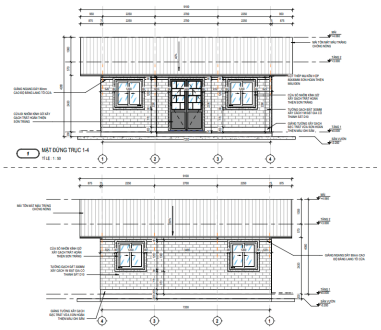
FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

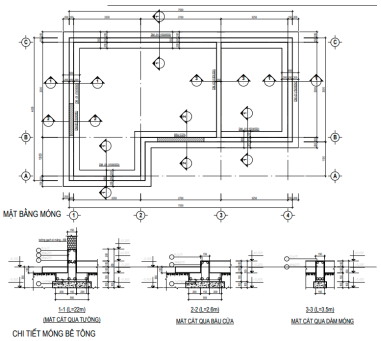
Typical house with a square of 40 m^2











(2) Production of non-fired earth bricks

FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

Making the samples in the laboratory

Collecting the earth

Drying

Crushing

Seiving

Weighting the earth+cement+water

Mixing

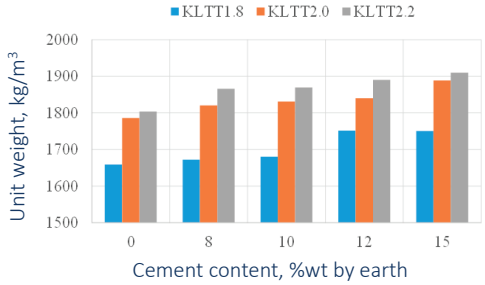
Pressing to make the sample

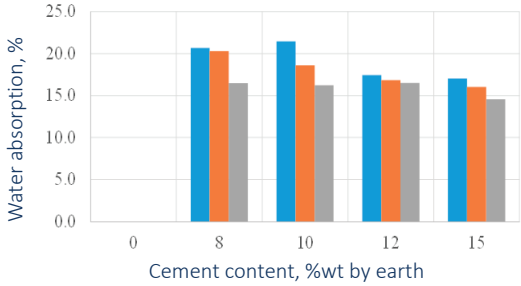
The samples

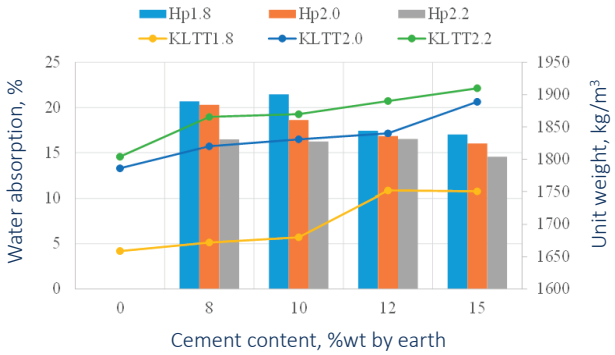
(2) Production of non-fired earth bricks

FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

Experimental results in the laboratory

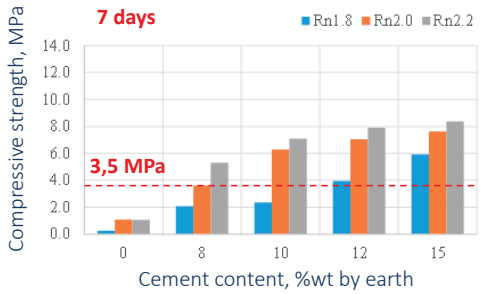


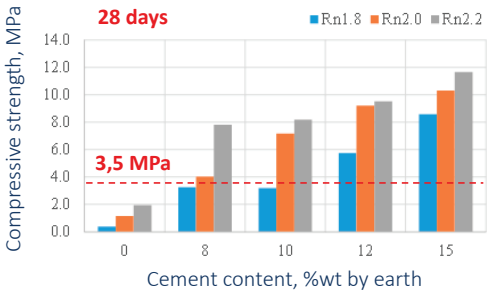


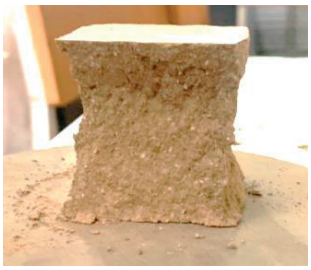


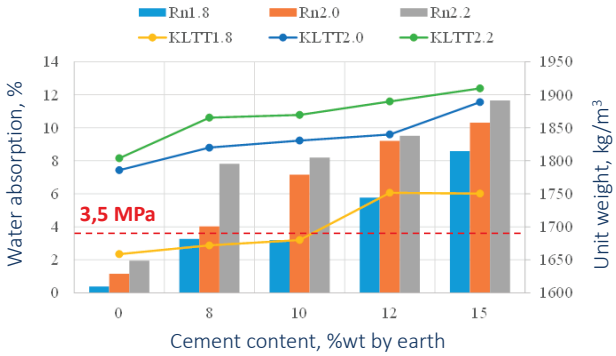
(2) Production of non-fired earth bricks

Experimental results in the laboratory









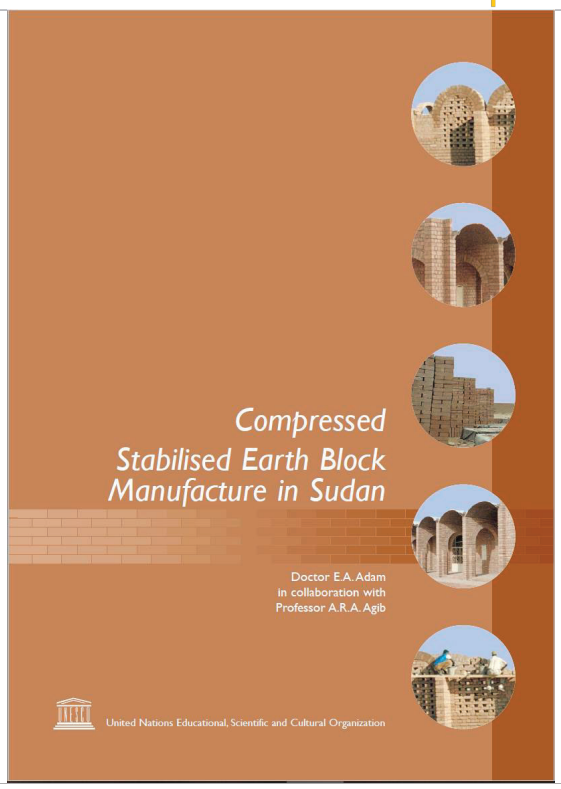
CSEB: 0,353 W/m.K
Fired clay bricks: ~ 0,814 W/m.K

(2) Production of non-fired earth bricks

Production of compressed stabilized earth blocks (CSEB)

For one-storey buildings, blocks with a compressive strength in the order of **2.0 MPa** will probably be strong enough, but where rainfall is high an external treatment is necessary. Since the wet strength of a compressed stabilized earth block wall may be less than two-thirds of its dry strength

A good durable construction with a wall density of about 2,000 kg/m^3 can be achieved without the need for costly external protective rendering to resist weathering problems. Each individual block will have a dry weight of about 7kg which is easy for the mason to handle. **A wall thickness of 140 mm** with a density of **2000 kg/m^3** should provide adequate thermal insulation even when external wall temperatures fluctuate, thus helping to reduce temperature variations inside a building.



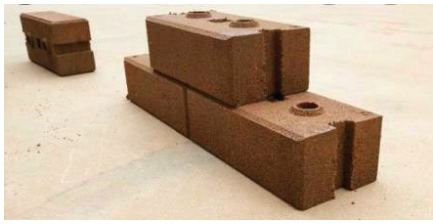
(2) Production of non-fired earth bricks

FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

Production of compressed stabilized earth blocks (CSEB)

Type: interlocking

- Compressive strength > **3.5 MPa**
- Block size : 300 x 150 x 100 mm
- Shape of block: No. 7

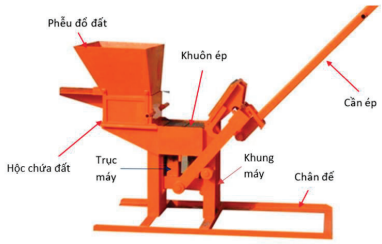


(2) Production of non-fired earth bricks

FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

Experimental results in the laboratory

Manual pressing machine



CSEB with a size of 300×150×100 mm

Hydraulic pressure machine

Make the machine

Modify the Chiness machine

(2) Production of non-fired earth bricks

FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

Experimental results in the laboratory

(3) Guide the poor to produce bricks

FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

Technology transfer

(3) Guide the poor to produce bricks

FONA Research for sustainability
Federal Ministry of Education and Research

6.000 bricks to be produced in total (250-300 bricks/day)

(3) Guide the poor to produce bricks

FONA Research for sustainability
Federal Ministry of Education and Research

Technology transfer

(4) Build the house

Foundation

(4) Build the house

Foundation and wall

(4) Build the house

Wall

(4) Build the house

Wall

(4) Build the house

FONA Research for sustainability

Federal Ministry of Education and Research

Brace the wall

(4) Build the house

FONA Research for sustainability

Federal Ministry of Education and Research

Roof

(4) Build the house

Roof with palm leaves

(5) Finishing

The house has a corrugated iron roof

(5) Finishing

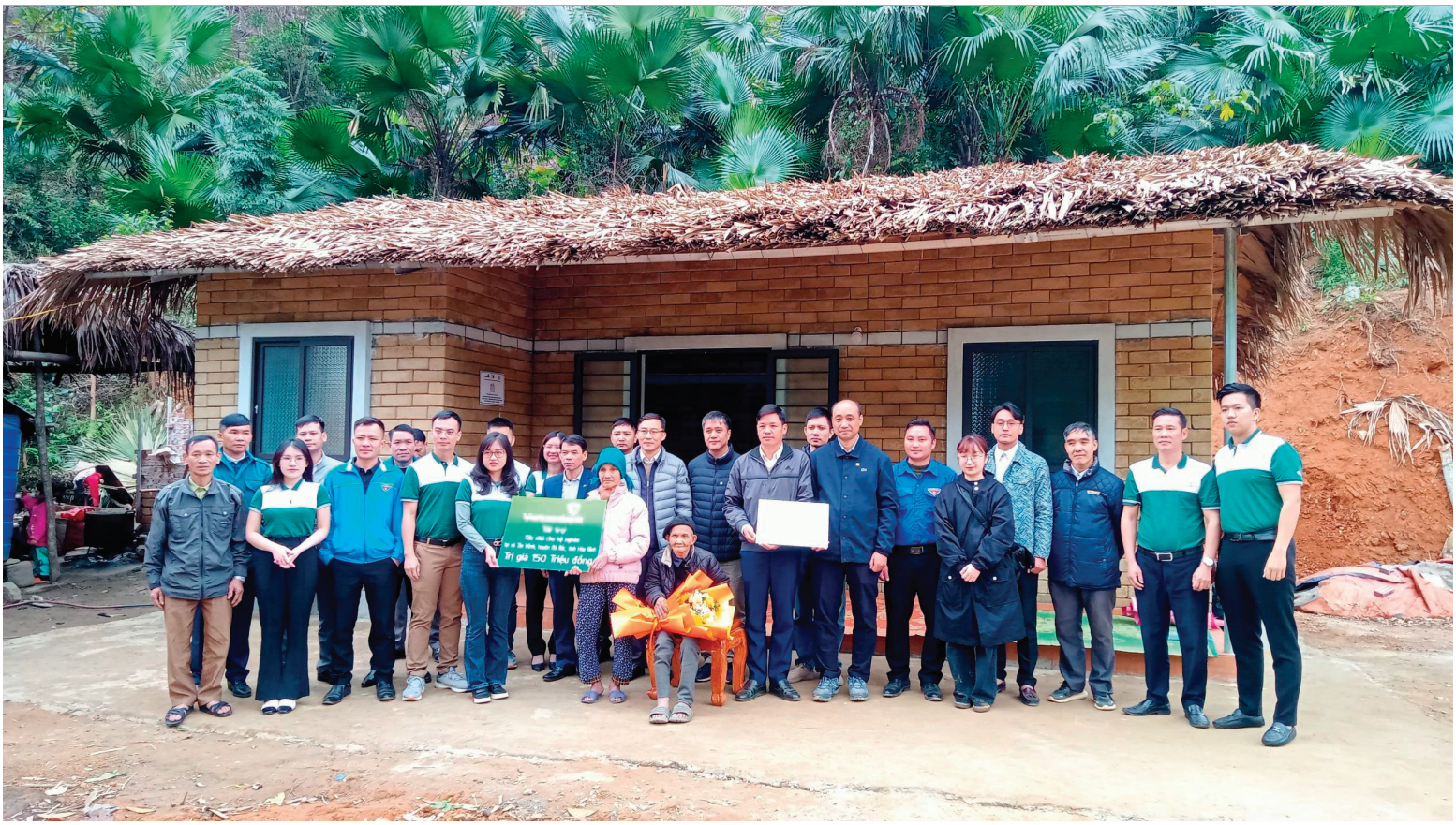
FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

The house has a palm leave roof

(5) Finishing

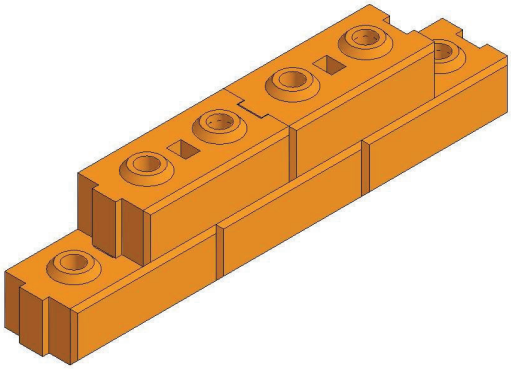
FONA Research for sustainability | Federal Ministry of Education and Research

House sign


Trị giá 50 Triệu đồng

Some coming works

Modification



Some coming works

Thank you for your attention!

Bio-based materials tested in climatic conditions of Ho Chi Minh City: preliminary results from REBUMAT project

BUI Quoc-Bao * (Dr. Habi.), **NGUYEN Ngoc Tuan** (PhD Stu.)

*Faculty of Civil Engineering, **Ton Duc Thang University**, Ho Chi Minh City, Vietnam*

* *E-mail:* ***buiquocbao@tdtu.edu.vn***

Workshop REBUMAT project, Hanoi, 14 May 2024

ReBuMat
German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials
German-Vietnamese cooperative project on resource-efficient building using sustainable building materials
ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
TON DUC THANG UNIVERSITY

SUMMARY

1/ Introduction

2/ In-situ test-stand at TDTU campus
- **Materials investigated**
- **Installation of equipment**

3/ Preliminary results

4/ Conclusion and perspectives

INTRODUCTION

Natural resources: limited

Sustainable development:

1. Reduce
2. **Reuse**
3. **Recycle**
4. **Renew**

INTRODUCTION

Conventional materials:

- **Concrete:**
  - **Cement:** CO_2 emission and high energy consumption
  - **Aggregates: sand, gravels**

i. December 7, 1995 ii. December 24, 2013

- **Clay burn bricks:**
  - **CO_2 emission**
  - **Agricultural soil**

Strategies adopted:

- **Bio-based materials: Renewable, negative carbon footprint**

- **Soil-based materials**

Soil-based materials

In function of the **soil type**
=> Different techniques:

- **Soil concrete**
- **Rammed earth**
- **Adobes**
- **Compressed earth blocks**
- **Cob**

Limitation of earth materials:

- Low mechanical strengths
- **Sensitive to the water**

=> Stabilised by additional binders (**cement**/ lime/ geopolymer)

2/ In-situ test-stand at TDTU campus

Exposed face: North

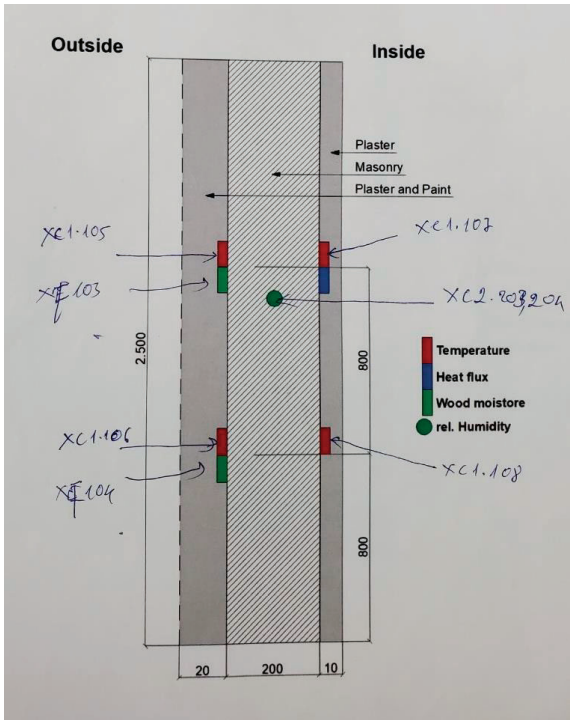
2.1/ Materials investigated

2.1/ Materials investigated

Wall section	1	2	3	4	5	6	7	8
main material	hollow **clay brick**	**foam concrete** brick	**ACC** brick	**foam glass** concrete brick	rammed **earth**	**typha** board wall	**cement board**	**coconut coir** bricks
width [m]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Composition	▪ Internal paint ▪ Internal cement plaster ▪ 4 hollow **clay bricks +** cement mortar ▪ External cement plaster ▪ External Paint	▪ Internal paint ▪ Internal cement plaster ▪ **foam concrete** brick **+** cement mortar ▪ External cement plaster ▪ External Paint	▪ Internal paint ▪ Internal cement plaster ▪ **ACC** brick **+** glue ▪ External cement plaster ▪ External Paint	▪ Internal paint ▪ Internal cement plaster ▪ **foam glass concrete** brick ▪ External cement plaster ▪ External Paint	▪ Internal paint ▪ Internal cement plaster ▪ **rammed earth** ▪ External cement plaster ▪ External Paint	▪ Internal paint ▪ Internal cement plaster ▪ **Internal cement board** ▪ **typha board** wall ▪ **External cement board** ▪ External cement plaster ▪ External Paint	▪ Internal paint ▪ **Internal cement board** ▪ **External cement board** ▪ External Paint	▪ Internal paint ▪ Internal cement plaster ▪ **coconut coir** bricks ▪ External cement plaster ▪ External Paint

2.2/ Installation of equipment

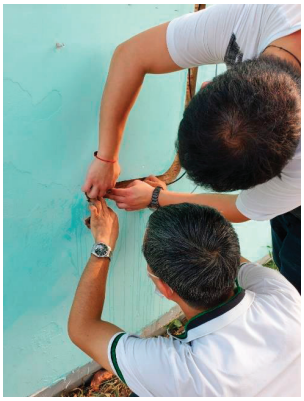
On the exterior face of the wall

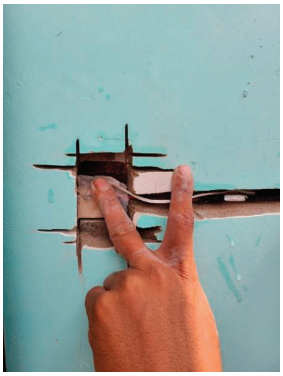


2.2/ Installation of equipment

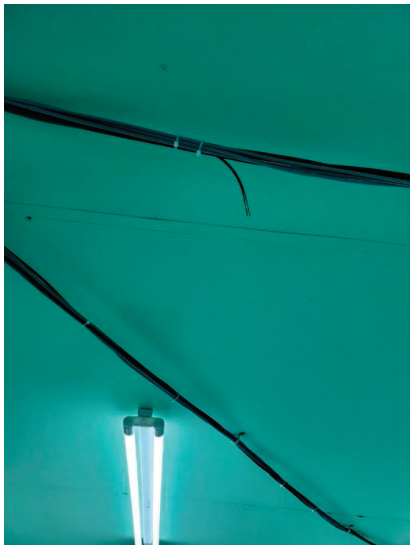
Mid-thickness and interior face of the wall

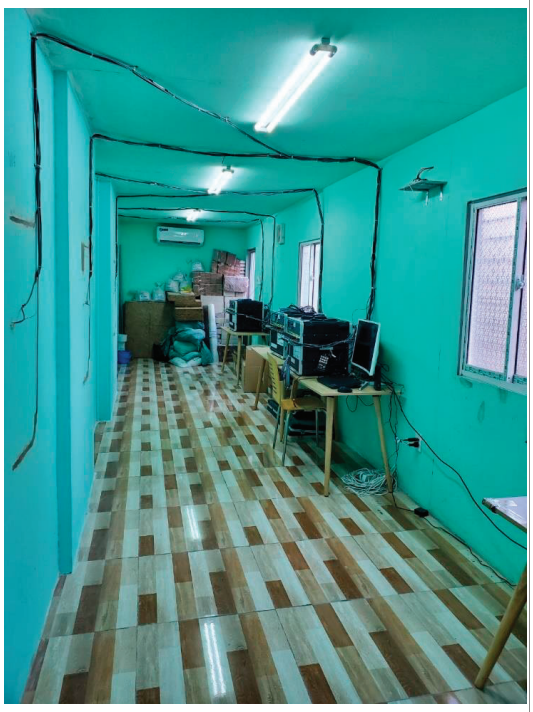
2.2/ Installation of equipment





2.2/ Installation of equipment





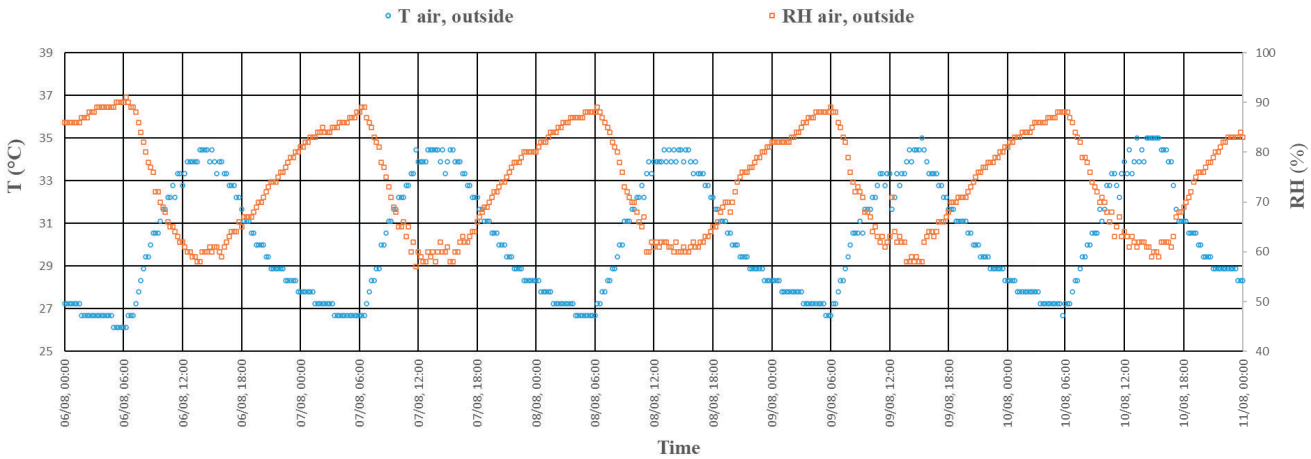
For indoor ambient

2.2/ Installation of equipment

For outdoor ambient

4/ Preliminary results

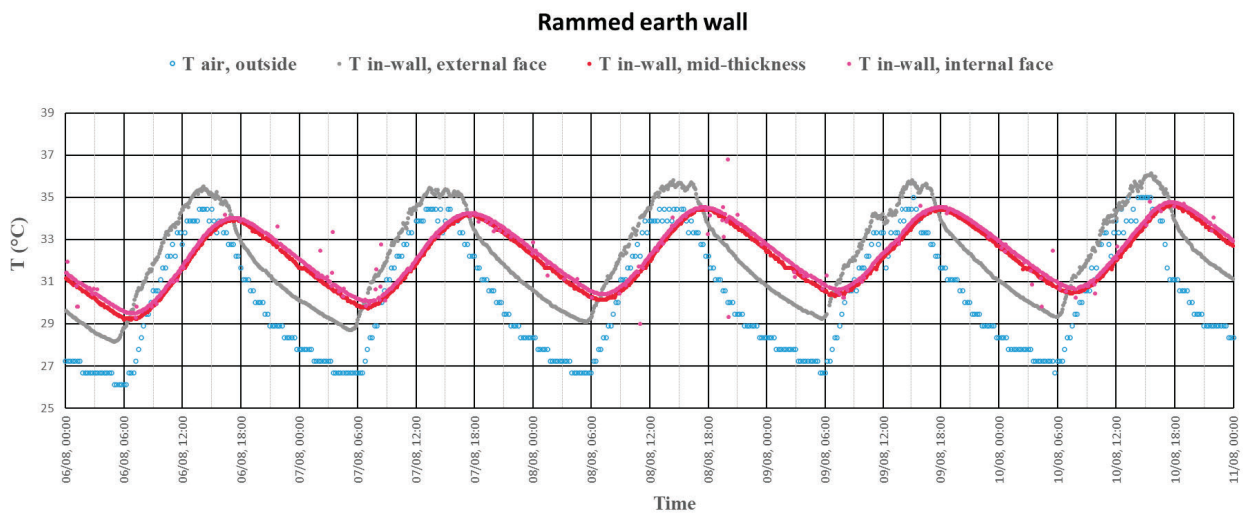
Only some results presented here



Example: August 2023:

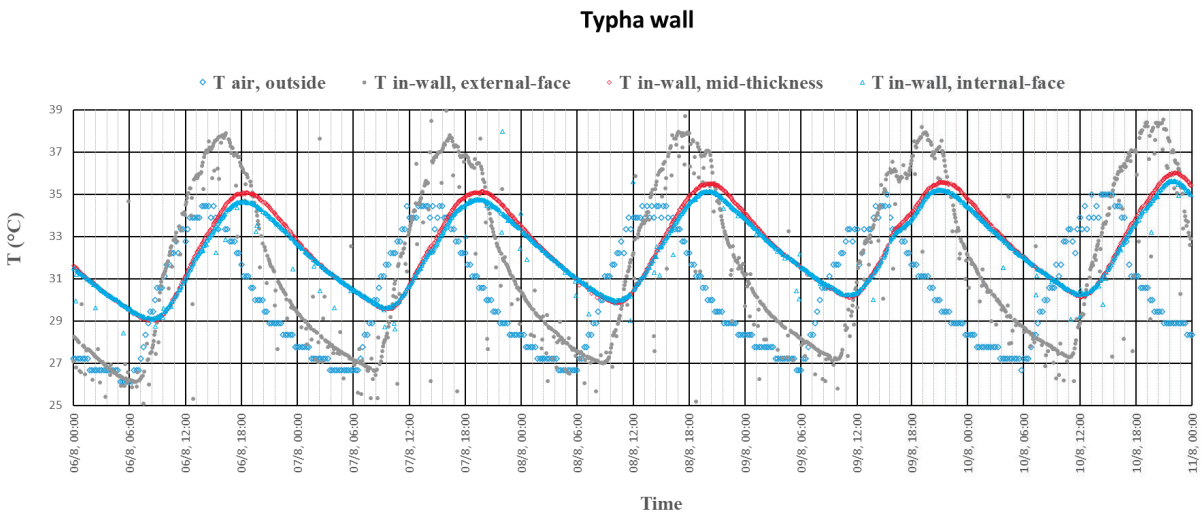
- Temperature: **27-35 °C**
- RH: **60-90%**

4/ Preliminary results



- $T_{wall,\ external\ face}$ (until **36 °C**) > T_{air} => effects of the Sun radiation on the wall
- $T_{in\text{-}wall,\ mid\text{-}thickness}$ ~ $T_{in\text{-}wall,\ internal\ face}$ (**29.5 - 34.5 °C**)
- Temperature **dephasing** between **outside** and **inside** (about **4.5 h**) => Inertia effect

4/ Preliminary results

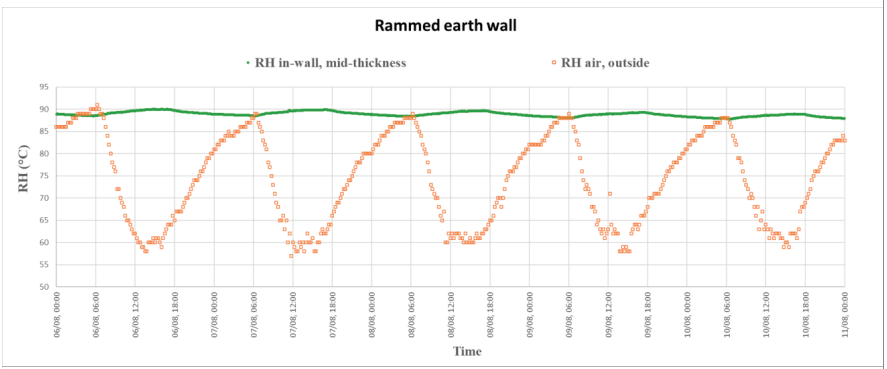


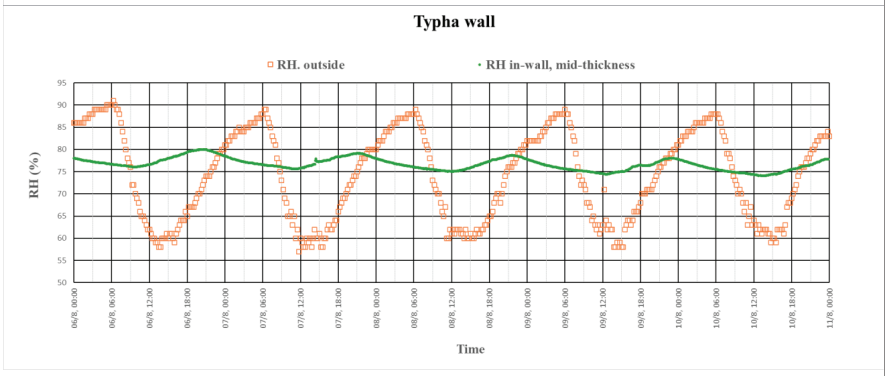
- $T_{wall,\ external\ face}$ > $T_{air,\ outside}$ => effects of the Sun radiation on the wall, BUT: higher temperature on the external plaster of the Typha wall (until **38.5 °C**)
- $T_{in\text{-}wall,\ mid\text{-}thickness}$ ~ $T_{in\text{-}wall,\ internal\ face}$ (**29 - 36 °C**), BUT: difference at the "peaks" (about **0.5 °C**) => effect of **thermal insulation**.
- Temperature **dephasing** between **outside** and **inside** (about **6 h**) => Inertia effect

4/ Preliminary results

RH in-wall:

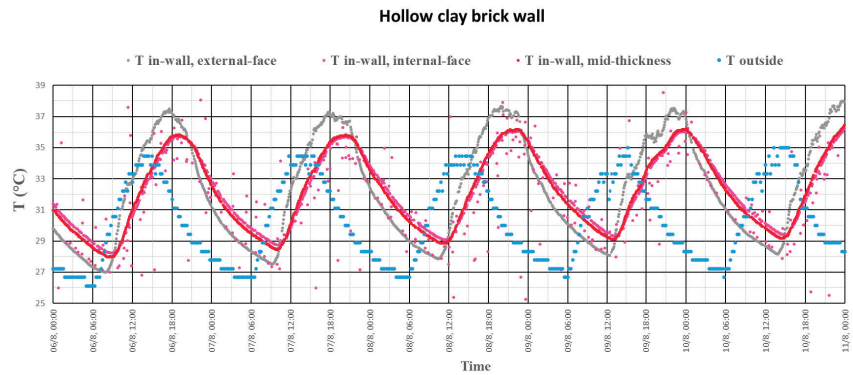
- Rammed earth: 88-90% (very low variation)
- Typha: 75-80%

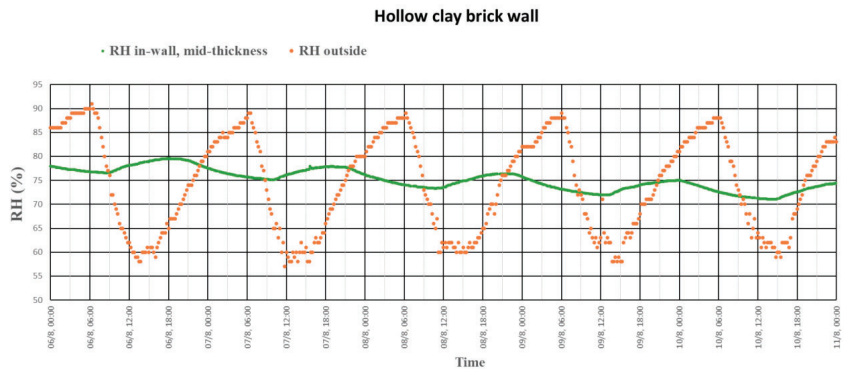




4/ Preliminary results

- higher temperature on the external plaster of the Hollow clay brick wall (until **38 °C**)
- $T_{\text{in-wall, mid-thickness}}$ ~ $T_{\text{in-wall, internal face}}$(**28-36.5 °C**).
- Temperature **dephasing** between **outside** and **inside** (about **5.5 h**) => Inertia effect
- **RH in-wall: 71-80%**





Conclusion and perspective

- Preliminary results obtained after 2 year in-situ,
- More analyses on the results needed,
- $T_{\text{in-wall, internal face, max}}$: Rammed earth (**34.5 °C**) < Typha (**36 °C**) < hollow clay brick wall (**36.5 °C**)
- Numerical simulation for the hgro-thermal behaviour of the walls
- Comparison between the behaviour the walls
- Comparison between different climatic conditions (North of Vietnam)

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

FRAUNHOFER INSTITUTE FOR BUILDING PHYSICS IBP

Novos Materiais para a Construção Civil

New Materials for Construction

Building on knowledge

© Fraunhofer IBP
offen
Fraunhofer IBP

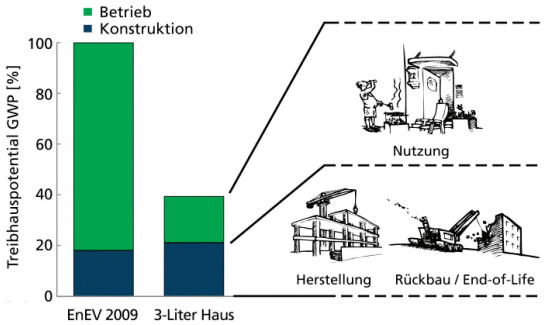
Actual Challenges

Resilient Quaters

Structural protection measures / retrofitting
Active urban surfaces
Decentralized infrastructure
Low-tech solutions

New Material

Material substitution
Use of renewable raw materials
Recycling
Resource efficiency



Living space

Serial and modular construction with prefabricated components
Mobile shelter
Healthy and performance-enhancing environment

© Fraunhofer IBP
offen
Fraunhofer IBP

Development of a renewable Building Material – Typha- Board

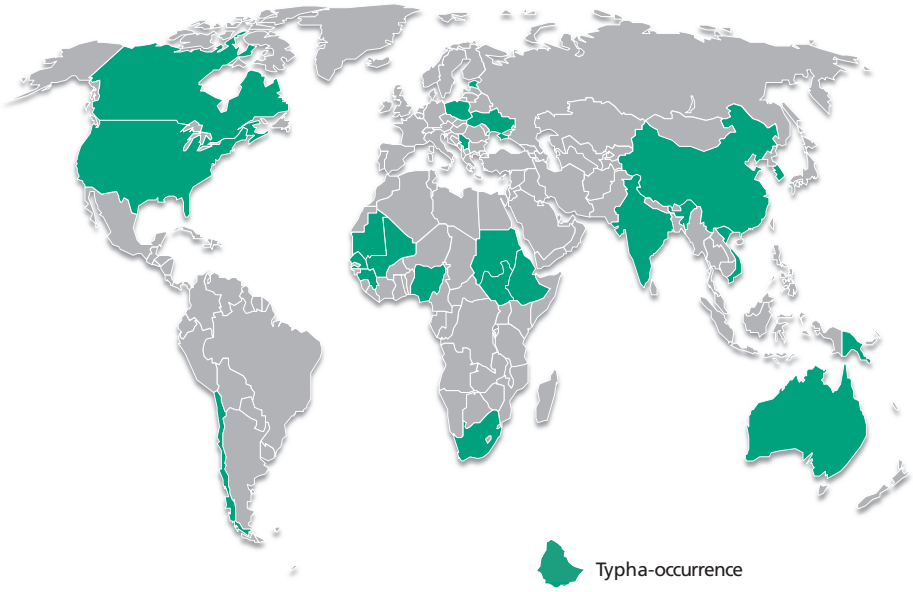
Requirements for an innovative renewable Material

- high availability
- low energy production
- “completely” compostable
- meets “Cradle to Cradle” demands
- fulfill relevant constructions qualities :
  - low heat conductivity,
  - static stiffening,
  - fire prevention,
  - moisture protection,
  - acoustics,
- …

© Fraunhofer IBP

Global occurrence of Typha

- Cultivation in lowland moors, fens and valley plains
- Resilient natural cultures
- High agricultural crop (15-20 t/ha)
- After 2 years harvesting possible
- No competition to food production



© Fraunhofer IBP

Occurrence of Typha in Vietnam

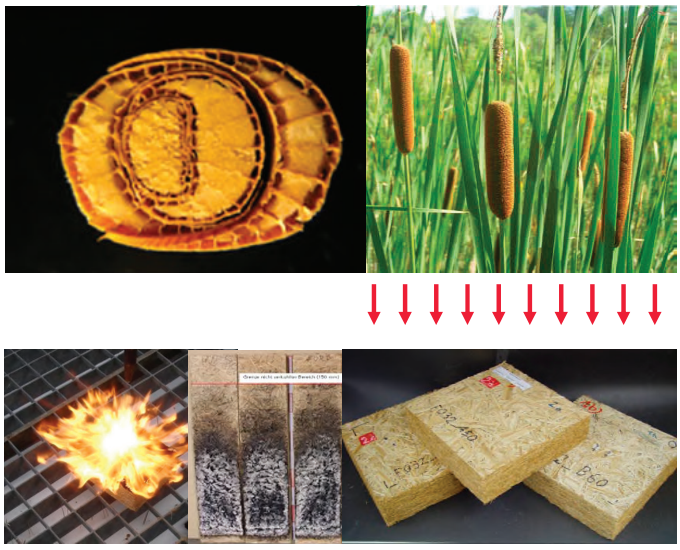
- Typha orientalis is growing in Vietnam
- Stem is used for food
- Can be used to build building material

 © Fraunhofer IBP

Fraunhofer IBP

Typha Board - Properties

- High Compressive Strength at low heat conductivity ($\lambda \approx 0.055$ W/mK)
- good fire protection properties (low flammability, no smoke or dripping)
- no glowing!
- positive hygric properties
- good workability with common tools
- easily accepted for cultural heritage
- 100 % compostable, high sustainability



© Fraunhofer IBP

Fraunhofer IBP

Typha Board

Foam insulation material

Sandwich plate

Blow- in insulation

Construction panel

Variations of Production

 © Fraunhofer IBP

Typha Board

Example of Clay binder

- high strengths
- Low density panels also possible
- Minimal energy requirement Binder
- But drying required
- Heat conductivity between 0.062 and 0.042 W/(mK)

 © Fraunhofer IBP

Typha Board - Properties

Different binders

Zement

Magnesit

Gips

Wasserglas

Geopolymer

Ton

 © Fraunhofer IBP

Fraunhofer IBP

Typha Board - Properties

Different binders -summary

Bindemittel/Kriterium	Festigkeit	Rohdichte / WLFK	Energiebedarf Einschränkungen	Spez. Vorteile Alleinstellungsmerkmale	Potenzielle Einsatzbereiche
Zement	gering	Hoch / Hoch	Hoher Energiebedarf Bindemittel	-	-
Magnesit	hoch	Mittel / Mittel	Mittlerer Energiebedarf Bindemittel	Ausgezeichneter Brandschutz	Viele Einsatzbereiche Außen-/Innenwand
Gips	gering				
Wasserglas	gering				
Geopolymer	hoch	Gering /Gering	Niedrigerer Energiebedarf Bindemittel	Hohe Verfügbarkeit weltweit	Bereiche ohne besonderen Brandschutz
Ton	hoch	Mittel / Mittel	Geringer Energiebedarf Bindemittel aber Trocknung	Hohe Verfügbarkeit weltweit	Nur Bereiche im Trockenen ohne besonderen Brandschutz

Each of the 3 suitable binders has specific advantages and limitations

© Fraunhofer IBP

Fraunhofer IBP

Comparative Assessment – Typha- Board

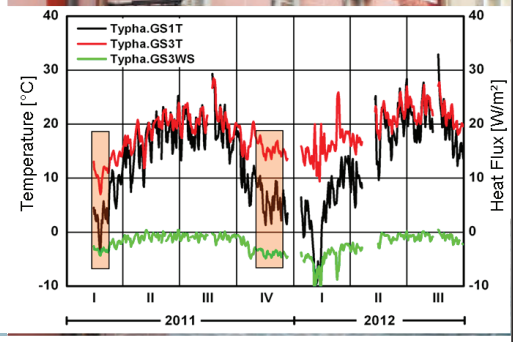
Criterion/Material	Aerogel Plaster	Dry Lining			Aerogel Board	Aerogel Plaster	Reed Boards	Typha Board	Brick Filled with Insulation	Weight of the Aspect
		Perlite	Cellulose	Mineral Wool						
Field	5	6	7	8	9	11	14	15	1	
Preservation Aspects	1,3	1,7	2,0	1,8	1,3	1,3	2,1	1,3	1,7	15
Energetic Aspects	1,4	2,6	1,8	1,8	1,2	1,4	3,0	2,6	2,6	20
Hygric Aspects	2,0	1,5	1,5	1,5	1,8	2,0	2,7	1,3	1,4	30
Operational Aspects	1,8	1,4	1,6	1,4	1,8	1,8	2,6	1,0	1,0	10
Economic Aspects	1,8	1,6	1,6	1,6	2,4	1,8	2,2	2,4	2,6	10
Environmental Aspects	2,4	2,0	1,3	1,6	2,4	2,4	1,3	1,0	2,0	15
Mean of all Aspects	1,8	1,8	1,6	1,6	1,8	1,8	2,4	1,6	1,8	100

Hatched areas ///////: not all criteria have been determined

© Fraunhofer IBP
offen
Fraunhofer IBP

Renovation of a half-timbered house in Nuremberg

- Very bad condition of the framework with constructional problems
  - energetic measures in combination with stiffening measures necessary
  - Magnesite-Bond Typha-Board



Insulation within the stud and additional inside insulation

- Resulting U-Values:
  0.29 W/m²K for the infill
- 0.35 W/m²K for the entire wall construction

© Fraunhofer IBP
Public
Fraunhofer IBP

Sauna house for a SpaResort at Lake Constance

wooden frame construction (4.3 m raster!) Typha Boards used for stiffening

- simple wall construction:
  1. inside clay plaster (reinforced with the umbrella-shaped Typha-seeds)
  2. two staggered Typhaboards of 9 cm, mounted with screws inside the framework
  3. outside coverage with 6 cm Typhaboard
  4. outside lime plaster (reinforced with the umbrella-shaped Typha-seeds)
- U-value of the walls 0.23 W/m²K

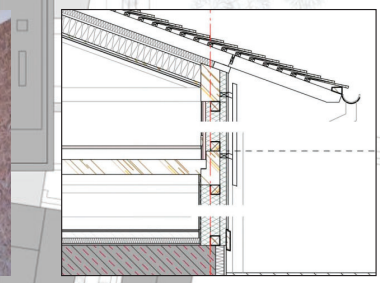


Bild © Studio Bruno Franchi

Expo 2015 in Mailand

- prefabricated Typhaboards
- self-supporting construction (only wooden connection profiles in the corners)
- high load capacity and insulation quality
  ⇒ monolithic slim wall construction
- Coated with clay- and lime-slurry (in-/outside) to show the texture of the Typhaboard
- ceiling wooden framework with vault shaped Typhaboard-infill

Climatic sound Cultural accepted Buildings

A built environment specifically designed for cultural and climatic zones to optimally support their user

+

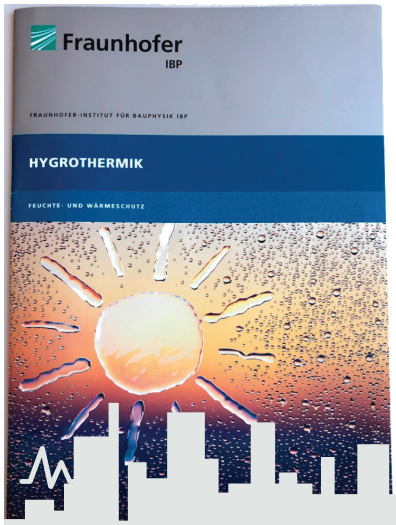
different climate

different culture

different buildings with the best materials

A built environment specifically designed for cultural and climatic zones to optimally support their user

CONTACT



Dr. Simon Schmidt

Head of Department
/ Hygrothermics

Phone +49 8024 643-680
simon.schmidt@ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer Institute
for Building Physics IBP
Fraunhoferstraße 10
83626 Valley

www.ibp.fraunhofer.de

LinkedIn

"GREEN" CONCRETE

Khái niệm bê tông "xanh"

Báo cáo chuyên đề:

Khả năng chế tạo Bê tông "xanh" sử dụng chất kết dính không xi măng từ hỗn hợp tro bay nhiệt điện, xỉ lò cao và phế thải gốm sứ tại Việt Nam

Studies on "Green" concrete using cementless binders from a mixture of thermal power fly ash, blast furnace slag, and ceramic waste in Vietnam

GVC,TS. Tăng Văn Lâm – Trường Đại học Mỏ-Địa chất
Email: tangvanlam@humg.edu.vn
Tel: 0917 422 689

Hà Nội, 05-2024

"GREEN" CONCRETE

Khái niệm bê tông "xanh"

Với mục tiêu giảm áp lực xử lý các loại chất thải công nghiệp, đặc biệt là tro - xỉ phế thải... của các nhà máy nhiệt điện, luyện kim, phế thải của các nhà máy gốm sứ, phế thải của các ngành khai thác khoáng sản… giảm thiểu ảnh hưởng của khói bụi trong quá trình sản xuất XM, cũng như góp phần giải quyết bài toán khan hiếm nguồn VLXD cho các công trình ở Việt Nam.

➡ Đó là cơ sở để nghiên cứu và phát triển các loại vật liệu xanh, bê tông xanh để giảm thiểu gây ô nhiễm môi trường và tái sử dụng các loại phế thải rắn của nhà máy công nghiệp, khoáng sản, thúc đẩy kinh tế tuần hoàn bền vững.

Nghiên cứu khả năng chế tạo Bê tông "xanh" sử dụng chất kết dính không xi măng từ hỗn hợp tro bay nhiệt điện, xỉ lò cao và phế thải gốm sứ tại Việt Nam

- Bê tông xanh là các loại BT được nghiên cứu chế tạo nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường và tăng tính bền vững của đối tượng xây dựng.
- BT xanh có thể sử dụng toàn bộ lượng phế thải rắn công nghiệp để thay thế XM truyền thống. Việc tiêu thụ một lượng lớn phế thải-phế liệu, góp phần tạo ra môi trường "xanh" hơn, giảm thiểu các chất độc hại ra môi trường.
- Việc thay thế hoàn toàn XM trong thành phần BT, vừa góp phần giảm trình sản xuất XM, vừa giảm gây ô nhiễm MT, vừa tiết kiệm được các nguồn tài nguyên thiên nhiên

Nghiên cứu khả năng chế tạo Bê tông "xanh" sử dụng chất kết dính không xi măng từ hỗn hợp tro bay nhiệt điện, xỉ lò cao và phế thải gốm sứ tại Việt Nam

Chế tạo BT "xanh" sử dụng chất kết dính không xi sẽ góp phần làm giảm những tác động tiêu cực do quá trình SX và sử dụng XM truyền thống gây ra như:

- Ô nhiễm môi trường đất và môi trường nước…
- Cạn kiệt, thâm hụt các nguồn tài nguyên thiên nhiên: đất sét, đá vôi và quặng sắt…
- Gây ra hiệu ứng nhà kính, phát thải khí thải CO_2….

"GREEN" CONCRETE

Khái niệm bê tông "xanh"

Xỉ thải của công nghệ luyện kim

Khói bụi của quá trình sản xuất xi măng

"GREEN" CONCRETE

Khái niệm bê tông "xanh"

Hồ chứa bùn thải, quặng đuôi của mỏ đồng Tả Phời

Xỉ thải của nhà máy nhiệt điện Mông Dương 02

"GREEN" CONCRETE

Vật liệu sử dụng

1. Vật liệu khoáng gồm tro bay nhiệt điện - tro bay điện rác, xỉ lò cao, xỉ luyện kim, phế thải gốm sứ, bùn thải - quặng đuôi khai thác khoáng sản
2. Dung dịch hoạt hóa là hỗn hợp của dd NaOH 4M - 12M và Na_2SiO_2 có modun silic 2,5-2,78 (dd kiềm từ phế thải)
3. Cốt liệu gồm cát tự nhiên, cát nhân tạo, đá dăm từ đá vôi hoặc các loại đá thải mỏ khai thác khoáng sản
4. Phụ gia siêu dẻo, phụ gia tăng dẻo
5. Các loại phụ gia đặc biệt điều chỉnh tốc độ đông kết và rắn chắc
6. Nước sạch để nhào trộn hỗn hợp bê tông, bảo dưỡng sau khi chế tạo

"GREEN" CONCRETE

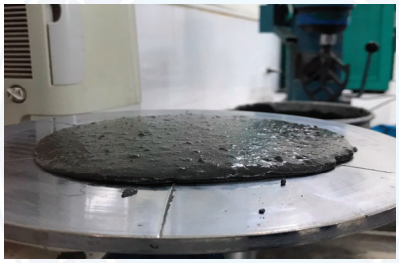
Vật liệu sử dụng

"GREEN" CONCRETE

Tính chất của hỗn hợp bê tông

Trong quá trình nghiên cứu Bê tông Xanh từ năm 2020

- Tính công tác của HHBT xanh tốt, tự chảy xòe dưới tải trọng bản thân.
- Khi hàm lượng xỉ lò cao thay đổi thì tính công tác của HHBT xanh đã thay đổi đáng kể. Đặc biệt hàm lượng xỉ lò cao ảnh hưởng lớn đến tốc độ rắn chắc của sản phẩm sau khi tạo hình.
- HHBT xanh sau khi tạo hình thường có một lượng bọt khí cuốn vào nhiều hơn HHBT XM thông thường.



"GREEN" CONCRETE

Tính chất của hỗn hợp bê tông

"GREEN" CONCRETE

Tính chất của bê tông xanh

- Khi giảm hàm lượng tro bay, tăng hàm lượng xỉ lò cao thì tính công tác của HHBT đã giảm.
- Hỗn hợp thu được có tính công tác tốt hơn HHBT xi măng truyền thống mặc dù với tỷ lệ Nước/Rắn = 0,20 - 0,30.

"GREEN" CONCRETE

Tính chất của hỗn hợp bê tông

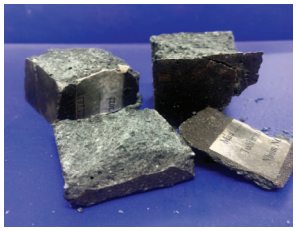
"GREEN" CONCRETE

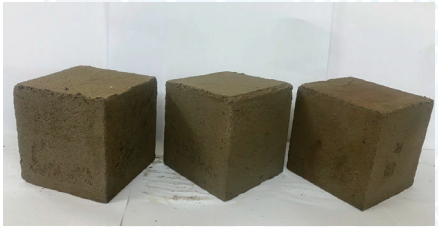
Thi công trong MT nước

"GREEN" CONCRETE

Tính chất của SP bê tông Xanh

- Các cấp phối BT xanh trong nghiên cứu có giá trị CĐ nén thay đổi khác nhau tùy theo mục đích sử dụng, trung bình dao động từ 30÷70 MPa.
- Tỷ số cường độ kéo khi uốn và cường độ nén của mẫu thí nghiệm dao động 1/11÷1/9, như BTXM thông thường.
- KLTT trung bình của các mẫu thí nghiệm sau khi rắn chắc 28 ngày khoảng 2,2÷2,4 tấn/m^3.



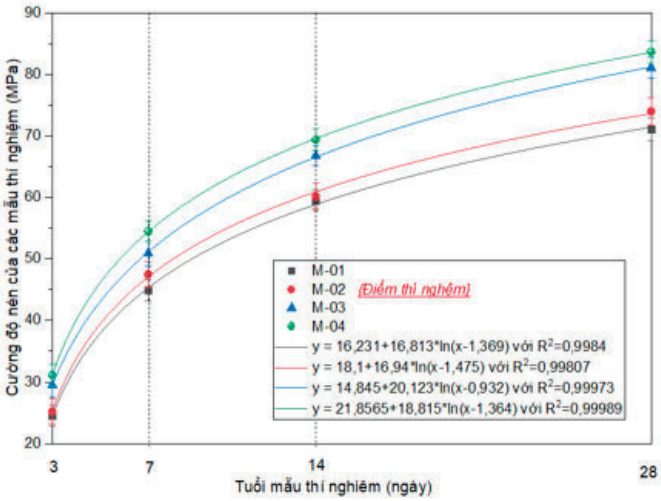


Tính chất của bê tông xanh

"GREEN" CONCRETE

Tính chất của SP bê tông Xanh

- Giá trị CĐ nén trung bình của mẫu BT xanh ở tuổi 3, 7 và 14 ngày lần lượt đạt khoảng 30%, 65% và 85% so với tuổi 28 ngày.
- Tốc độ phát triển cường độ phụ thuộc nhiều vào các thành phần vật liệu sử dụng, đặc biệt là hàm lượng xỉ lò cao.
- Quan hệ giữa CĐ nén trung bình của các mẫu BT xanh theo thời gian tuân theo quy luật hàm số Logarit, giống với quy luật phát triển cường độ trong BTXM hiện nay.

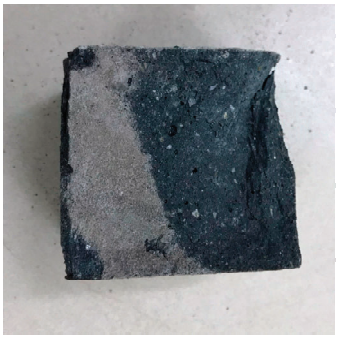


"GREEN" CONCRETE

Tính chất của bê tông xanh

- Từ kết quả vi cấu trúc cho thấy, khi thành phần xỉ lò cao lớn, hàm lượng CaO hòa tan trong DD kiềm hoạt hóa tăng tao thành các gel có tính CKD nhiều hơn.

  Các gel này có một vai trò quan trọng là liên kết các hạt cốt liệu, cũng như các hạt tro xỉ lại với nhau để tạo thành một khối đồng nhất, đặc chắc và có cường độ cao.



"GREEN" CONCRETE

Tính chất của bê tông xanh

- Khi sử dụng dưỡng hộ nhiệt ở 70-80°C trong TG 1-2 giờ, đã tăng nhanh tốc độ rắn chắc của mẫu, nên có thể tháo dỡ khuôn mẫu BT-X trong vòng 5-10 giờ sau khi tạo hình.
- *Cần lưu ý,* khi dưỡng hộ nhiệt ở tuổi sớm ngày (1-3 ngày), BT-X sử dụng CKD kiềm hoạt hóa có sự tăng thể tích khoảng 2-5%. Mẫu có thể bị nở ngang, phồng các bề mặt…

  Tuy nhiên, nếu lượng NaOH, Na_2SiO_3 hợp lý thì giải quyết được hiện tượng này.

"GREEN" CONCRETE

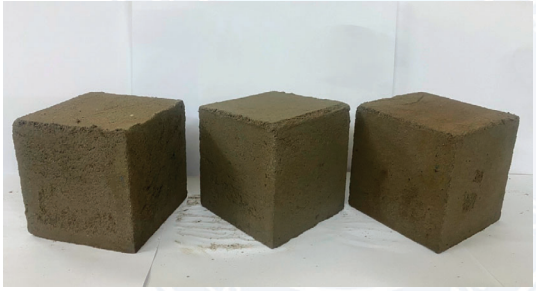
Tính chất của bê tông xanh

Nếu thành phần cấp phối không hợp lý, sau khi chế tạo và bảo dưỡng mẫu có hiện tượng bị riêu, mốc, mọc lông… trên bề mặt.

Hiện tượng này là do dung dịch kiềm kích hoạt còn dư thừa và tồn đọng trên bề mặt và trong thành phần của mẫu thí nghiệm. Tuy nhiên, trong quá trình nghiên cứu, hiện tượng rêu mốc đã giảm mạnh sau khi sản phẩm bê tông khô.

"GREEN" CONCRETE

Sản phẩm bê tông xanh



"GREEN" CONCRETE

Sản phẩm bê tông xanh

Gạch thông gió trang trí

"GREEN" CONCRETE

Xu hướng thương mại hóa SP

Kiến nghị

Để từng bước thương mại hóa SP từ BT xanh nhóm có một số kiến nghị như sau:

1 - Cần XD lộ trình để từng bước đưa SP BT-X không xi măng sử dụng trong các công trình XD, ưu tiên trước là các công trình có vốn ngân sách Nhà nước.

2 - Cần XD đơn giá, định mức cho SP bê tông xanh không xi măng, đơn giá cho các sản phẩm gạch không nung từ HH bê tông xanh.

"GREEN" CONCRETE

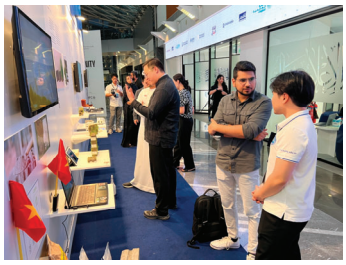
Xu hướng thương mại hóa SP

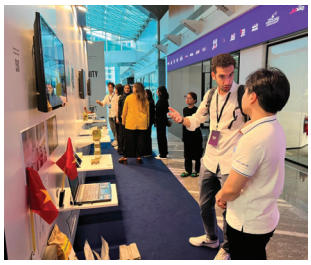
Kiến nghị

Để từng bước thương mại hóa SP từ BT xanh nhóm có một số kiến nghị như sau:

3 - Cần có những hướng dẫn cụ thể hơn của Đảng, Nhà nước và Chính phủ về việc quy định bắt buộc phải sử dụng BT xanh không XM và các SP BT xanh trong các công trình.

4 - Cần có những chính sách về giá để khuyến khích người dân sử dụng các SP BT xanh trong các hoạt động XD.

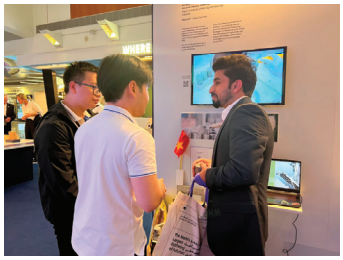


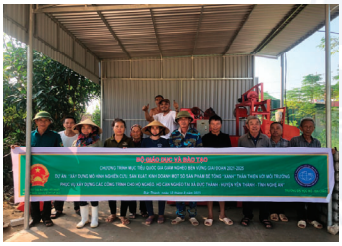


"GREEN" CONCRETE

Xu hướng thương mại hóa SP

Trình bày hội thảo tại Dubai năm 2023





"GREEN" CONCRETE

Xu hướng thương mại hóa SP

Vữa khô trộn sẵn mác cao (không xi măng, ít xi măng)

"GREEN" CONCRETE

Xu hướng phát triển SP

Sử dụng phế thải nhà máy điện đốt rác để chế tạo SP BT-X

(Tro bay, xỉ đáy lò, hóa chất NaOH, Na_2SiO_3 ...)

"GREEN" CONCRETE

Xu hướng phát triển SP

Gạch xây từ phế thải tro xỉ có hàm lượng xi măng thấp

"GREEN" CONCRETE

Xu hướng phát triển SP

Đơn giá sản xuất

Gạch từ phế thải tro xỉ có hàm lượng xi măng thấp

Chi phí để sản xuất 1 viên gạch A_1 hàm lượng xi măng thấp
Kích thước tiêu chuẩn: 200 x 10,5 x 60 mm (Gạch đặc)

Tên vật liệu	Đơn vị	số lượng	Đơn giá (đồng)	Thành tiền (đồng)
Xi măng	kg	0,1	1.200	120
Tro bay	kg	0,4	250	100
Xỉ đáy lò	kg	1,7	129	219,3
Dd NaOH 5M	g	80	3,5	280
Nước	ml	265	-	-
Tổng cộng:				**719,3**

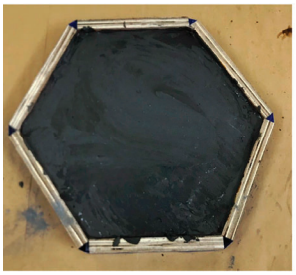
Chi phí để sản xuất 1 viên gạch A_1 hàm lượng xi măng thấp
Kích thước tiêu chuẩn: 200 x 10,5 x 60 mm (Gạch rỗng 02 lỗ)

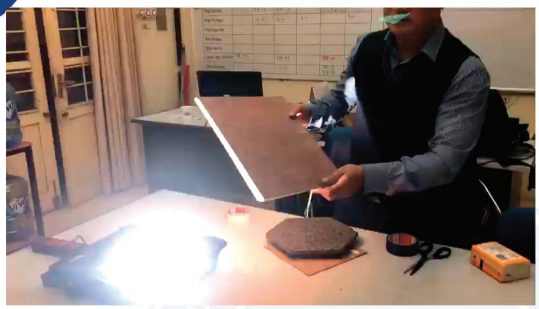
Tên vật liệu	Đơn vị	Số lượng	Đơn giá (đồng)	Thành tiền (đồng)
Xi măng	kg	0,1	1.200	120
Tro bay	kg	0,4	250	100
Xỉ đáy lò	kg	1,4	129	180,6
Dd NaOH 5M	g	80	3,5	280
Nước	ml	230	-	-
Tổng cộng:				**680,6**

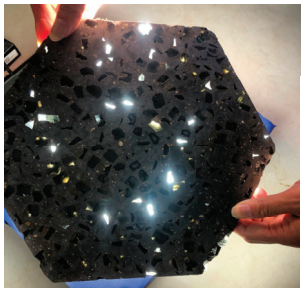
"GREEN" CONCRETE

Sản phẩm bê tông xanh

Bê tông truyền sáng



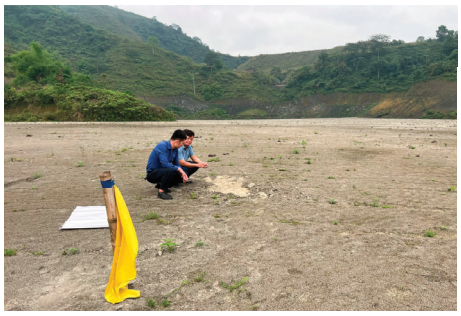




"GREEN" CONCRETE

Xu hướng phát triển SP

Sử dụng bùn thải, quặng đuôi trong QT-KT khoáng sản để chế tạo BT-X



"GREEN" CONCRETE

Xin trân trọng cảm ơn!

- **GVC.TS. Tăng Văn Lâm**
- **Bộ môn Kỹ thuật xây dựng**
- Telphone: 0917422689
- Email: tangvanlam@humg.edu.vn

NGHIÊN CỨU TÁI SỬ DỤNG XỈ THÉP LÀM VẬT LIỆU XÂY DỰNG TẠI VIỆT NAM

ThS. Tạ Văn Luân

Hà Nội, 2024

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

NỘI DUNG

1- Tính chất của xỉ thép tại Việt Nam

2- Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm vật liệu san lấp

3- Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm nguyên liệu cho sản xuất clanhke xi măng

4- Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông

5- Tình hình tiêu chuẩn liên quan tới xỉ thép tại Việt Nam

6- Kết luận

1. Tính chất của xỉ thép tại Việt Nam

Hiện nay, Việt Nam có 33 nhà máy sản xuất gang thép có phát sinh xỉ.

Khu vực	Số lượng cơ sở sản xuất
Miền Bắc	11
Miền Trung	9
Tây Nguyên	1
Miền Nam	12

Công nghệ lò	Số lượng lò	Công suất lò, tấn/mẻ	Tổng công suất thép, triệu tấn/năm	Lượng phát sinh xỉ thép hàng năm, triệu tấn	Tỷ lệ xỉ thép, %
BOF	9	20 ÷ 200	14,7	2,205	63,17
EAF	28	20 ÷ 120	8,05	1,208	34,59
IF	45	3 ÷ 50	2,61	0,078	2,24
Tổng	82		25,36	3,491	100

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

1. Tính chất của xỉ thép tại Việt Nam

Ký hiệu mẫu:

Bảng 1 Ký hiệu mẫu xỉ thép

Ký hiệu	Loại xỉ thép	Địa điểm lấy mẫu	Ký hiệu	Loại xỉ thép	Địa điểm lấy mẫu
M1	EAF	Thép Thủ Đức	M9	BOF	Thép Hòa Phát Hải Dương
M2	EAF	Thép Vicasa	M10	BOF	Thép Hòa Phát Dung Quất
M3	EAF	Thép Vina Kyoei	M11	BOF	Thép Tuyên Quang
M4	EAF	Thép Tungho	M12	BOF	KS và LK Việt Trung
M5	EAF	Thép Miền Nam	M13	BOF	Thép Formosa Hà Tĩnh
M6	EAF	Thép Việt Ý – Hải Phòng	M14	IF	Thép VAS Nghi Sơn
M7	EAF	Thép Thái Nguyên	M15	IF	Thành Đại Phú Mỹ- Hải Phòng
M8	EAF	Thành Đại Phú Mỹ -BRVT			

1. Tính chất của xỉ thép tại Việt Nam

Kết quả đánh giá phân loại chất thải theo QCVN 07:2009/BTNMT:

Bảng 2 Hàm lượng tuyệt đối các thành phần nguy hại vô cơ

Tên thành phần nguy hại	Hàm lượng tuyệt đối cơ sở, ppm															Ngưỡng CTNH theo QC07
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	
Sb	<0,5	<0,5	0,83	<0,5	<0,5	<0,5	2,61	<0,5	2,68	<0,05	10,418	1,38	2,29	1,13	<0,05	20
As	4,85	<0,5	<0,5	3,28	0,57	3,33	3,97	3,35	<0,5	<0,05	4,716	2,10	3,49	1,23	<0,05	40
Ba	15,56	<0,5	2,09	9,35	8,92	10,76	55,39	11,92	6,43	<0,05	4,243	29,31	48,68	19,56	0,34	2000
Ag	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,62	<0,5	<0,5	<0,05	3,476	0,33	0,55	0,67	<0,05	100
Be	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,62	<0,05	<0,05	<0,05	0,45	0,33	0,55	0,11	<0,05	2
Cd	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,05	<0,5	<0,5	<0,05	<0,1	1,34	0,25	0,56	<0,05	10
Pb	9,45	<0,5	<0,5	11,67	<0,5	12,61	3,85	14,75	<0,5	<0,05	292,93	2,04	3,38	2,15	<0,05	300
Co	1,25	<0,5	<0,5	1,46	<0,5	<0,5	36,29	<0,5	<0,5	<0,05	0,36	19,20	31,89	1,92	<0,05	1600
Zn	0,79	<0,5	<0,5	0,60	0,2	0,69	60,84	0,65	<0,5	<0,05	430,76	32,19	53,47	4,20	<0,05	5000
Mo	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,85	<0,5	0,97	0,096	236,48	2,04	3,38	11,15	<0,05	7000
Ni	0,88	<1,0	<1,0	<0,5	0,57	<0,5	11,90	<0,5	<1,0	<0,05	47,583	6,30	10,46	21,61	<0,05	1400
Se	<1,0	<0,5	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	1,01	<1,0	0,56	<0,05	<0,5	0,54	0,89	2,34	<0,05	20
Ta	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,34	<1,0	<1,0	<0,05	<5	<0,05	1,68	3,32	<0,05	140
Hg	<0,05	<0,02	<0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,02	<0,05	0,282	<0,05	0,89	<0,05	<0,05	4
Cr (VI)	<6,0	<2,0	<2,0	<6,0	<6,0	<6,0	<0,05	<6,0	<2,0	<0,05	<1	2,34	<0,05	<0,05	<0,05	100
Va	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,60	<0,5	<0,5	12,54	<5	1,91	3,17	1,23	<0,05	500
F^-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	99,99	<0,002	<0,002	77	<0,5	52,91	87,88	62,26	27,52	3600
Tổng xyanua (CN^-)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,17	0,19	3,60	0,21	<0,1	2,59	<0,5	1,91	3,17	4,56	<0,4	590
pH	10,5	10,2	11,3	10,1	11,1	10,3	9,55	9,51	12,1	12,39	12,0	**12,66**	10,75	9,59	9,20	12,5

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

1. Tính chất của xỉ thép tại Việt Nam

Kết quả đánh giá đặc tính phóng xạ:

Bảng 3 Hoạt độ phóng xạ các mẫu xỉ thép

STT	Ký hiệu mẫu	Hạt nhân phóng xạ, Bq/kg			Chỉ số hoạt độ phóng xạ I	
		Ra-226	Th-232	K-40	I_1	I_2
1	M1	23,5	18,4	0	0,17	0,024
2	M2	26,5	12,1	0	0,149	0,021
3	M3	18,9	18,2	0	0,154	0,022
4	M4	20,8	14,1	0	0,140	0,02
5	M5	30,4	12,1	0	0,162	0,023
6	M6	22,9	14,6	0	0,149	0,021
7	M7	24,8	14,5	0	0,155	0,022
8	M8	27,8	15,3	0	0,169	0,024
9	M9	41,2	8,84	0	0,182	0,026
10	M10	30	5,3	0	0,127	0,019
11	M11	42,83	20,7	21,17	0,253	0,036
12	M12	26,2	8,24	0	0,129	0,019
13	M13	38	20,17	0	0,228	0,032
14	M14	19,27	11,43	0	0,121	0,017
15	M15	20,9	10,7	32,8	0,134	0,019

$$I_1 = C_{Ra}/300 + C_{Th}/200 + C_K/3000$$

$$I_2 = C_{Ra}/2000 + C_{Th}/1500 + C_K/20000$$

1. Tính chất của xỉ thép tại Việt Nam

Kết quả phân tích thành phần hóa:

Bảng 4 Thành phần hóa các mẫu xỉ thép EAF

Chỉ tiêu	Đơn vị	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
MKN	%	0,99	1,04	-	2,34	2,31	-	4,19	0,63
SiO_2	%	18,39	14,01	16,66	24,85	22,70	15,88	16,13	25,37
Fe_2O_3	%	25,71	36,21	33,84	40,58	24,48	32,56	43,32	30,68
Al_2O_3	%	7,96	4,56	15,29	5,77	8,47	9,56	2,73	10,80
CaO	%	22,08	16,2	17,92	16,05	15,90	25,08	22,84	21,97
MgO	%	5,57	3,49	5,96	3,50	2,58	7,25	5,47	3,85
SO_3	%	0,13	0,12	-	0,18	0,092	0,17	0,13	0,62
K_2O	%	0,03	0,02	0,10	0,10	0,02	0,00	0,01	0,04
Na_2O	%	0,15	0,08	0,00	0,62	0,18	0,00	0,06	0,29
TiO_2	%	0,17	0,58	1,47	0,79	0,61	1,78	2,01	0,46
MnO	%	5,37	3,69	5,82	3,93	2,66	4,88	2,49	4,83
P_2O_5	%	0,08	0,13	0,23	0,13	0,09	0,25	0,30	0,31
*Hệ số R**		1,20	1,15	1,06	0,64	0,70	1,55	1,39	0,86
*F/A**		3,23	7,94	2,21	7,03	2,89	3,41	15,87	2,84

$R = CaO / (SiO_2 + P_2O_5)$

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

1. Tính chất của xỉ thép tại Việt Nam

Kết quả phân tích thành phần hóa:

Bảng 5 Thành phần hóa các mẫu xỉ thép BOF, IF

Chỉ tiêu	Đơn vị	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
MKN	%	3,51	2,00	3,54	0,32	-	-	-
SiO_2	%	15,10	13,92	19,67	10,90	9,82	57,00	63,48
Fe_2O_3	%	22,02	16,60	36,29	27,29	45,01	14,02	7,82
Al_2O_3	%	1,72	1,59	1,98	1,91	3,98	8,46	9,99
CaO	%	40,18	47,04	28,52	31,36	31,92	3,48	3,50
MgO	%	4,67	8,87	2,02	11,49	5,44	4,88	0,66
SO_3	%	0,37	0,28	0,15	-	0,09	0,05	0,14
K_2O	%	0,03	0,00	0,01	-	0,00	0,16	0,27
Na_2O	%	0,00	0,00	0,05	-	0,00	0,20	0,18
TiO_2	%	0,42	0,63	3,04	0,48	0,03	1,00	1,24
MnO	%	9,41	5,85	3,47	14,4	-	9,60	10,60
P_2O_5	%	1,11	1,01	0,22	1,22	-	0,00	0,00
*Hệ số R**		2,48	3,15	1,43	2,59	3,25	0,06	0,06
*F/A**		12,80	10,44	18,33	14,29	11,31	1,66	0,78

$R = CaO / (SiO_2 + P_2O_5)$

2. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm vật liệu san lấp

2.1/ Kết quả đánh giá tính chất cơ lý:

Bảng 6 Tính chất cơ lý các mẫu xỉ thép EAF sau gia công

Chỉ tiêu		Đơn vị	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
Lượng lọt sàng tích lũy	Mức JIS A 5015									
53 mm	100	%	100	100	100	100	100	100	100	100
37,5 mm	95 ÷ 100	%	96,16	96,09	96,67	96,83	96,17	97,56	96,73	100
31,5 mm		%	78,38	78,39	78,74	78,99	78,47	80,35	77,58	88,13
26,5 mm		%	73,30	73,28	73,34	73,70	73,21	74,30	72,49	79,94
19,0 mm	50 ÷ 80	%	63,55	63,42	63,66	64,00	63,48	65,65	62,50	74,50
13,2 mm		%	36,42	36,49	36,21	36,54	36,52	39,8	35,82	59,61
4,75 mm	15 ÷ 40	%	26,52	26,78	26,37	26,61	26,48	28,4	26,16	39,21
2,36 mm	5 ÷ 25	%	12,85	13,32	12,88	12,98	13,00	15,78	12,89	22,95
0,425 mm		%	6,19	6,61	6,38	6,41	6,22	5,32	6,24	11,04
0,075 mm		%	1,33	1,60	1,24	1,22	1,59	0,97	1,32	4,47
Khối lượng riêng		g/cm^3	3,67	3,13	3,11	3,40	3,31	3,45	3,46	2,91
Khối lượng thể tích xốp		kg/m^3	1960	1840	1760	1890	1900	2090	1860	1950
Nén dập xi lanh		%	9,37	11,04	18,72	15,43	8,77	11,7	14,24	14,95

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

2. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm vật liệu san lấp

2.2/ Kết quả đánh giá tính chất cơ lý:

Bảng 7 Tính chất cơ lý các mẫu xỉ thép BOF, IF sau gia công

Chỉ tiêu		Đơn vị	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
Lượng lọt sàng tích lũy	Mức JIS A 5015								
53 mm	100	%	100	100	100	100	100	100	100
37,5 mm	95 ÷ 100	%	97,62	98,91	96,51	100	95,79	96,34	100
31,5 mm		%	85,78	82,27	78,73	100	86,31	82,35	92,2
26,5 mm		%	79,34	70,32	73,55	92,7	78,70	72,35	86,86
19,0 mm	50 ÷ 80	%	68,91	69,52	63,72	79,24	69,15	60,65	69,95
13,2 mm		%	40,23	46,02	36,40	69,56	62,64	50,72	51,91
4,75 mm	15 ÷ 40	%	19,74	28,23	26,72	39,51	31,30	32,82	37,82
2,36 mm	5 ÷ 25	%	9,54	14,92	13,15	24,92	21,52	21,25	11,80
0,425 mm		%	5,23	10,0	6,50	15,15	4,65	10,35	5,48
0,075 mm		%	1,23	3,81	1,35	6,10	1,68	3,78	1,13
Khối lượng riêng		g/cm^3	3,44	3,53	3,33	3,15	3,05	3,23	3,42
Khối lượng thể tích xốp		kg/m^3	2130	2140	1900	1840	2000	1800	2160
Nén dập xi lanh		%	11,8	11,7	12,31	10,19	18,08	11,9	11,6

2. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm vật liệu san lấp

2.3/ Kết quả đánh giá các tính chất đầm nén:

Bảng 8 Đặc trưng đầm nén các mẫu xỉ thép EAF sau gia công

Chỉ tiêu	Đơn vị	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
Độ ẩm tối ưu	%	6,36	7,57	7,29	7,29	3,40	5,32	8,70	6,8
Khối lượng thể tích khô max	g/cm³	2,230	2,176	2,143	2,295	2,162	2,267	2,503	2,395
Độ ẩm tối ưu hiệu chỉnh	%	5,62	5,94	5,57	4,69	2,51	5,16	5,81	5,76
Khối lượng thể tích khô max hiệu chỉnh	g/cm³	2,892	2,638	2,619	2,696	2,702	2,495	2,896	2,570
Trị số xuyên CBR (95%γmax)	%	82,0	150,0	63,0	93,0	149,0	138,0	120,0	118,0
Trị số xuyên CBR (98%γmax)	%	101,0	159,0	75,0	103,0	168,0	175,0	145,0	145,0
Mo đun đàn hồi E	Mpa	125,6	249,7	140,1	184,1	165,8	249,7	219,4	170,4

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

2. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm vật liệu san lấp

2.4/ Kết quả đánh giá các tính chất đầm nén:

Bảng 9 Đặc trưng đầm nén các mẫu xỉ thép BOF, IF sau gia công

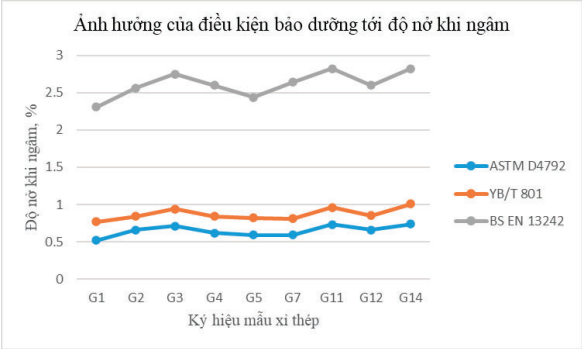
Chỉ tiêu	Đơn vị	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
Độ ẩm tối ưu	%	4,84	11,46	9,20	10,26	6,78	6,20	7,45
Khối lượng thể tích khô max	g/cm³	2,365	2,364	2,40	2,587	2,212	2,100	2,645
Độ ẩm tối ưu hiệu chỉnh	%	5,07	8,52	4,68	9,00	5,92	5,45	6,79
Khối lượng thể tích khô max hiệu chỉnh	g/cm³	2,574	2,602	2,818	2,617	2,417	2,396	2,767
Trị số xuyên CBR (95%γmax)	%	69,0	126,0	133,0	166,0	110,0	143,0	135,0
Trị số xuyên CBR (98%γmax)	%	105,0	181,0	171,0	184,0	139,0	162,0	180,0
Mo đun đàn hồi E	Mpa	125,0	303,8	264,9	264,9	163,6	184,1	-

2. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm vật liệu san lấp

2.5/ Kết quả đánh giá độ ổn định của xỉ thép:

Bảng 10 Độ nở khi ngâm theo các điều kiện bảo dưỡng khác nhau, %

Điều kiện bảo dưỡng	G1	G2	G3	G4	G5	G7	G11	G12	G14
70°C và T = 7 ngày	0,52	0,66	0,71	0,62	0,59	0,59	0,73	0,66	0,74
80°C và T = 10 ngày	0,77	0,84	0,94	0,84	0,82	0,81	0,96	0,85	1,01
100°C và T = 7 ngày	2,31	2,56	2,75	2,60	2,44	2,64	2,82	2,60	2,82



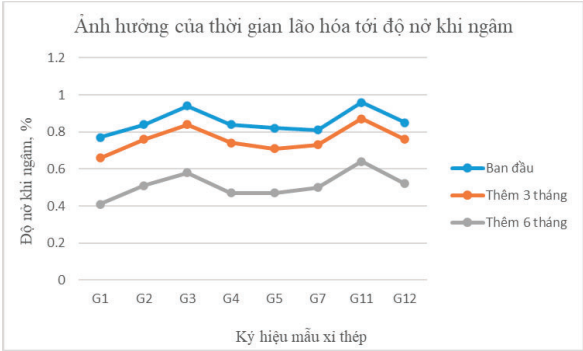
BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

2. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm vật liệu san lấp

2.6/ Kết quả đánh giá độ ổn định của xỉ thép:

Bảng 11 Độ nở khi ngâm tại các thời điểm lão hóa xỉ thép khác nhau, %

Thời gian lão hóa	G1	G2	G3	G4	G5	G7	G11	G12
0	0,77	0,84	0,94	0,84	0,82	0,81	0,96	0,85
3 tháng	0,66	0,76	0,84	0,74	0,71	0,73	0,87	0,76
6 tháng	0,41	0,51	0,58	0,47	0,47	0,50	0,64	0,52



Bảng 12 Độ tả thành bột của các mẫu xỉ thép

Ký hiệu mẫu	Tỷ lệ tả thành bột trung bình, %	Độ lệch chuẩn	Giới hạn dao động trên của tỷ lệ tả thành bột, %
G1	0,075	0,117	0,268
G2	1,008	0,246	1,413
G3	0,558	0,136	0,782
G4	0,600	0,138	0,827
G5	0,700	0,164	0,970
G6	0,133	0,061	0,233
G7	0,181	0,082	0,315
G8	1,040	0,146	1,280
G9	0,680	0,140	0,911
G10	0,413	0,118	0,607
G11	1,067	0,258	1,491
G12	0,550	0,148	0,794
G13	0,278	0,136	0,502
G14	0,417	0,137	0,641

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

3. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm nguyên liệu cho sản xuất clanhke xi măng

Nguyên vật liệu thông thường được sử dụng:

Bảng 13 Thành phần hóa học các nguyên vật liệu chính

Mẫu	Thành phần hóa học, % khối lượng										
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	MKN	SO_3	TiO_2	Tổng
Đá vôi	2.20	1.22	0.79	52.89	1.21	0.28	0.04	41.30	-	0.04	99.97
Đá sét	58.68	12.11	4.95	8.96	2.22	2.38	0.62	8.98	-	0.16	99.06
Quặng sắt	21.00	16.41	47.08	0.56	0.35	0.49	0.02	12.50	-	0.18	98.59
Cao silic	82.54	7.01	2.92	1.68	0.60	1.28	0.04	2.99	-	0.03	99.09

3. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm nguyên liệu cho sản xuất clanhke xi măng

Nhận xét:

- Tổng các oxit CaO + Fe_2O_3 + SiO_2 + Al_2O_3 trong các mẫu xỉ thép dao động từ 70 ÷ 90 %
- Hàm lượng MgO trong các mẫu xỉ thép lớn nhất là 11,49 %
- Hàm lượng Fe_2O_3 trong các mẫu xỉ thép dao động từ 10 ÷ 45 %
- Hệ số kiềm R:

  của các mẫu xỉ thép EAF dao động từ 0,6 ÷ 1,6 (trung bình là 1,07)
  của các mẫu xỉ thép BOF dao động từ 1,4 ÷ 3,3 (trung bình là 2,58)
  của các mẫu xỉ thép IF là 0,06

Đề tài lựa chọn 5 mẫu xỉ thép đại diện cho các loại công nghệ luyện thép và hệ số R trải đều

Bảng 14 Các mẫu xỉ thép được lựa chọn

STT	Ký hiệu cũ	Ký hiệu mới	Loại xỉ thép	Hệ số R
1	M3	VK	EAF	1,06
2	M6	VY	EAF	1,55
3	M10	HP	BOF	2,59
4	M12	LC	BOF	3,15
5	M14	NS	IF	0,06

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

3. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm nguyên liệu cho sản xuất clanhke xi măng

3.1/ Kết quả đánh giá khả năng nghiền:

Bảng 15 Khả năng nghiền của các mẫu xỉ thép

Tên mẫu	Chỉ tiêu	Đơn vị	Thời gian nghiền, phút		
			40’	50’	60’
LC	Sót sàng 009	%	19.0	14.9	10.8
	Blaine	cm^2/g	2720	3300	3510
	KLR	g/cm^3	3.32		
HP	Sót sàng 009	%	17.4	15.1	11.5
	Blaine	cm^2/g	3110	3320	3470
	KLR	g/cm^3	3.36		
NS	Sót sàng 009	%	18.2	16.3	10.5
	Blaine	cm^2/g	2780	3160	3720
	KLR	g/cm^3	3.02		
VK	Sót sàng 009	%	26.1	20.1	19.5
	Blaine	cm^2/g	2170	2600	2660
	KLR	g/cm^3	3.38		
VY	Sót sàng 009	%	25.8	22.7	18.4
	Blaine	cm^2/g	2200	2370	2740
	KLR	g/cm^3	3.31		

3. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm nguyên liệu cho sản xuất clanhke xi măng

3.1/ Kết quả đánh giá khả năng nghiền:

Bảng 16 Khả năng nghiền của các mẫu bột phối liệu

Cấp phối	Lượng sót sàng 009, %, sau thời gian nghiền		
	40’	50’	60’
M0	13.9	10.7	8.5
LC50	13.6	10.3	8.5
LC90	13.5	10.2	8.5
LC100	13.6	10.4	8.4
HP50	14.2	10.8	8.6
HP90	14.8	11.2	8.7
NS50	15.3	11.4	9.3
NS90	15.9	12.3	9.8
VK50	14.5	11.2	9.0
VK90	14.9	11.9	9.4
VK100	15.5	12.1	9.6
VY50	14.4	11.4	9.1
VY90	14.4	11.6	9.3
VY100	14.9	12.2	9.8

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

3. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm nguyên liệu cho sản xuất clanhke xi măng

3.2/ Kết quả đánh giá các mẫu clanhke lò điện:

a/ Hàm lượng vôi tự do:

Bảng 17 Kết quả phân tích vôi tự do

STT	Cấp phối	Hàm lượng vôi tự do, %		
		1350°C	1400°C	1450°C
1	M0	1.14	0.53	0.00
2	HP50	0.89	0.40	0.02
3	HP90	0.76	0.33	Vết
4	LC50	0.28	0.25	0.06
5	LC90	0.48	0.33	0.03
6	LC100	0.44	0.29	Vết
7	NS50	1.62	0.06	0.00
8	NS90	1.71	0.23	Vết
9	VY50	1.13	0.05	0.03
10	VY90	1.35	0.34	Vết
11	VY100	1.41	0.37	Vết
12	VK50	1.76	0.34	0.11
13	VK90	1.82	0.56	Vết
14	VK100	1.44	0.25	Vết

3. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm nguyên liệu cho sản xuất clanhke xi măng

3.2/ Kết quả đánh giá các mẫu clanhke lò điện:

b/ Thành phần hóa:

Bảng 18 Kết quả phân tích thành phần hóa clanhke lò điện tại 1450 °C

Cấp phối	Thành phần hóa học, % khối lượng							Thành phần khoáng, % khối lượng				Hệ số chế tạo		
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	LSF	n	p
M0	22.25	5.26	3.43	63.98	2.92	0.86	0.25	51.12	25.23	8.14	10.43	90.45	2.56	1.53
HP50	22.04	5.02	3.67	64.26	3.73	0.23	0.15	55.13	21.60	7.09	11.16	91.77	2.54	1.37
LC50	22.12	5.26	3.82	64.96	2.72	0.37	0.14	55.48	21.56	7.48	11.61	91.98	2.44	1.38
NS50	22.30	5.26	3.67	64.82	2.32	0.26	0.19	53.76	23.38	7.73	11.16	91.25	2.50	1.43
VY50	22.08	5.18	3.59	64.68	2.92	0.93	0.20	55.51	21.42	7.65	10.91	92.05	2.52	1.44
VK50	21.80	5.26	3.51	65.24	2.12	0.28	0.20	59.38	17.70	8.00	10.67	93.83	2.49	1.50

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

3. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm nguyên liệu cho sản xuất clanhke xi măng

3.3/ Kết quả đánh giá mẫu clanhke lò gas:

Bảng 19 Cường độ nén của xi măng chế tạo từ clanhke lò gas

Ký hiệu mẫu	Kết quả cường độ nén các mẫu tại các độ tuổi					
	R_3		R_7		R_{28}	
	Mpa	Δ, %	Mpa	Δ, %	Mpa	Δ, %
M0	29.85		43.76		51.18	
HP50	29.32	-0.52	44.85	1.08	51.67	0.48
HP90	32.05	2.20	49.46	5.70	56.59	5.41
LC50	31.41	1.56	43.68	-0.08	51.51	0.32
LC90	28.35	-1.49	43.84	0.07	52.31	1.12
LC100	26.90	-2.95	42.13	-1.64	48.35	-2.83
NS50	26.21	-3.63	39.87	-3.89	45.09	-6.09
NS90	28.56	-1.29	43.16	-0.60	50.30	-0.89
VK50	29.89	0.04	45.84	2.07	52.63	1.45
VK90	22.85	-7.00	32.49	-11.27	42.36	-8.83
VK100	21.24	-8.61	30.85	-12.91	40.28	-10.91
VY50	29.92	0.07	44.63	0.86	52.12	0.93
VY90	20.05	-9.79	29.51	-14.25	40.41	-10.78
VY100	19.71	-10.14	29.39	-14.37	40.02	-11.17

3. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm nguyên liệu cho sản xuất clanhke xi măng

3.3/ Kết quả đánh giá mẫu clanhke lò gas:

Bảng 20 Thời gian đông kết, độ ổn định thể tích của xi măng chế tạo từ clanhke lò gas

Ký hiệu mẫu	LNTC, %	Thời gian đông kết, phút			Độ ổn định thể tích Le Chatelier, mm
		Bắt đầu	Kết thúc	Delta	
M0	29,25	127	172	45	0,5
HP50	28,75	116	149	33	0
HP90	28,00	126	153	27	0
LC50	28,00	119	144	25	0,5
LC90	28,75	104	149	45	0
LC100	28,75	138	153	15	0
NS50	28,25	125	175	50	0,5
NS90	28,25	115	170	55	0,5
VK50	28,75	111	131	20	0,5
VK90	28,75	107	152	45	0,5
VK100	29,25	140	185	45	0,5
VY50	28,25	137	157	20	0
VY90	28,25	122	162	40	0,5
VY100	27,50	107	142	35	0,5

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

4. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông

Nguyên vật liệu được sử dụng:

- Xi măng PCB40 Nghi sơn
- Đá dăm 5-20 Phủ Lý, Hà Nam
- Cát vàng Sông Lô
- Xỉ thép BOF Hòa Phát; EAF Việt Ý, IF Việt Nhật (đã gia công cỡ hạt và xử lý lão hóa)
- Phụ gia hóa học Basf 8713
- Nước

4. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông

Bảng 21 Các tính chất cơ lý của cốt liệu lớn xỉ thép 5-20 mm

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	BOF Hòa phát	EAF Việt Ý	IF Việt Nhật
1	Khối lượng riêng	g/cm3	3,76	3,54	3,18
2	Khối lượng thể tích xốp	Kg/m3	1790	1740	1680
3	Độ hút nước	%	3,38	1,82	2,86
4	Độ nén dập xi lanh	%	10,8	11,2	11,8
5	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	0,51	0,57	0,78
6	Độ mài mòn Los Angeles	%	7,9	8,7	22,1
7	Hàm lượng hạt thoi dẹt	%	1,2	1,1	0,9
8	Hàm lượng silic hòa tan	mMol/l	< 10	< 10	< 10
9	Độ giảm kiềm	mMol/l	0,10	22,5	40,1

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

4. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông

Bảng 22 Các tính chất cơ lý của cốt liệu nhỏ xỉ thép 0-5 mm

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	BOF Hòa phát	EAF Việt Ý	IF Việt Nhật
1	Khối lượng riêng	g/cm3	3,65	3,38	3,26
2	Khối lượng thể tích xốp	Kg/m3	1850	1820	1780
3	Độ hút nước	%	3,55	1,78	2,96
4	Hàm lượng bụi, bùn, sét	%	1,4	1,8	1,6

4. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông

Bảng 23 Thành phần hạt của cốt liệu lớn xỉ thép

Cỡ sàng (mm)	Lượng sót sàng tích lũy, %			Quy định TCVN 7570
	BOF Hòa Phát	EAF Việt Ý	IF Việt Nhật	
40	0	0	0	0
20	7,93	5,85	4,21	0-10
10	69,96	64,67	67,43	40-70
5	97,25	93,86	96,03	90-100

Bảng 24 Thành phần hạt của cốt liệu nhỏ xỉ thép

Cỡ sàng (mm)	Lượng sót sàng tích lũy, %			Quy định TCVN 9502
	BOF Hòa Phát	EAF Việt Ý	IF Việt Nhật	
5	0	0	0	0
2,5	21,7	23,2	17,4	0-25
1,15	38,5	32,4	31,8	15-50
0,63	64,3	57,5	60,4	35-70
0,315	81,2	84,5	79,5	65-90
0,14	91,3	88,8	89,4	80-95
< 0,075	4,2	3,7	4,9	Max 16

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

4. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông

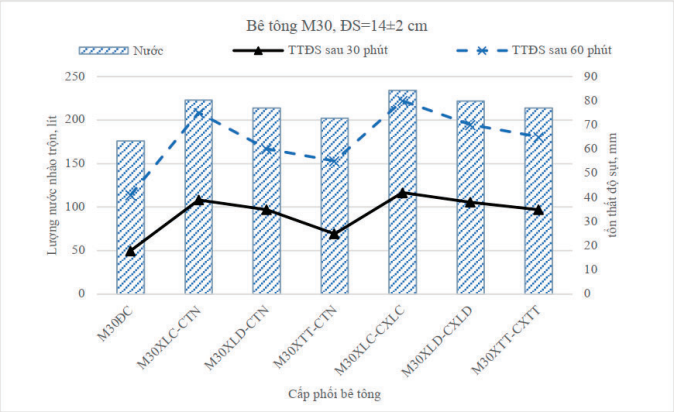
Bảng 25 Cấp phối thí nghiệm cho 1 m3 bê tông

Ký hiệu	Xi măng, kg	Cát vàng, kg	CLN xỉ thép, kg	Đá dăm, kg	CLL xỉ thép, kg	PGHH, lít	Nước, lít	Độ sụt, cm
M30ĐC	350	805		1099		3,5	176	14 ± 2
M30XLC-CTN	350	854			1147	3,5	223	14 ± 2
M30XLD-CTN	350	855			1156	3,5	214	14 ± 2
M30XTT-CTN	350	810			1072	3,5	202	14 ± 2
M30XLC-CXLC	350		964		1223	3,5	234	14 ± 2
M30XLD-CXLD	350		960		1215	3,5	222	14 ± 2
M30XTT-CXTT	350		816		1072	3,5	214	14 ± 2

4. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông

Bảng 26 Tính chất hỗn hợp bê tông sử dụng xỉ thép

Ký hiệu	Độ sụt ban đầu, mm	Tổn thất độ sụt sau 30 phút, mm	Tổn thất độ sụt sau 60 phút, mm	Độ tách nước, %
M30ĐC	145	18	41	0,29
M30XLC-CTN	150	39	75	0,52
M30XLD-CTN	155	35	60	0,48
M30XTT-CTN	145	25	55	0,37
M30XLC-CXLC	140	42	80	0,87
M30XLD-CXLD	140	38	70	0,68
M30XTT-CXTT	135	35	65	0,65

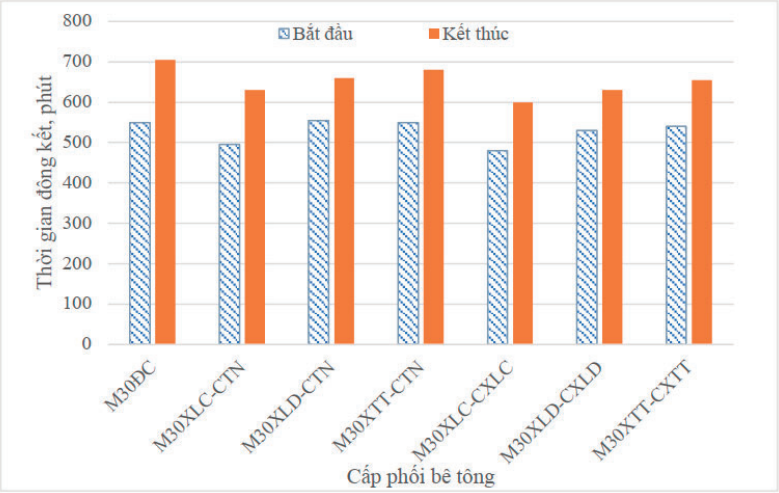


BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

4. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông

Bảng 27 Thời gian đông kết của bê tông sử dụng xỉ thép

Ký hiệu	Thời gian bắt đầu đông kết, phút	Thời gian kết thúc đông kết, phút
M30ĐC	550	705
M30XLC-CTN	495	630
M30XLD-CTN	555	660
M30XTT-CTN	550	680
M30XLC-CXLC	480	600
M30XLD-CXLD	530	630
M30XTT-CXTT	540	655



4. Nghiên cứu tái sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông

Bảng 28 Cường độ nén, cường độ uốn, modun đàn hồi, độ chống thấm, độ hút nước của bê tông sử dụng xỉ thép

Ký hiệu	Cường độ nén, MPa				Cường độ uốn 28 ngày, MPa	Khối lượng thể tích, kg/m3	Độ hút nước, %	Độ chống thấm nước	Mô đun đàn hồi, GPa
	7 ngày	28 ngày	91 ngày	180 ngày					
M30ĐC	38,44	42,05	44,05	45,61	5,95	2404	1,70	B10	35,0
M30XLC-CTN	33,33	38,10	41,62	43,40	4,25	2557	3,06	B8	41,1
M30XLD-CTN	38,89	43,20	45,28	46,89	5,31	2540	1,48	B10	42,8
M30XTT-CTN	25,56	30,06	32,05	34,49	3,59	2415	2,27	B6	40,0
M30XLC-CXLC	28,67	33,44	35,62	37,65	3,88	2701	3,63	B8	42,4
M30XLD-CXLD	35,11	40,89	43,22	45,17	4,75	2697	1,95	B8	44,5
M30XTT-CXTT	24,44	31,00	32,76	35,41	2,32	2433	3,26	B6	40,9

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

5. Tình hình tiêu chuẩn liên quan tới xỉ thép tại Việt Nam

Đã ban hành:

- TCVN 13906:2024 Xỉ thép làm vật liệu san lấp (*Steel slag using as backfill material)*
- TCVN 13908-2:2024 Cốt liệu xỉ cho bê tông – Phần 2: Cốt liệu xỉ oxy hóa lò hồ quang điện (*Slag aggregate for concrete Part 2: Electric arc furnace oxidizing slag aggregate*)

Thời gian tới sẽ ban hành:

TCVN Xỉ thép làm nguyên liệu sản xuất clanhke xi măng

Định hướng nghiên cứu tiếp theo:

Xỉ thép làm vật liệu cho lớp móng đường giao thông

Xỉ thép làm phụ gia khoáng cho sản xuất xi măng và bê tông

6. Kết luận

- Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài thì các mẫu xỉ thép theo các công nghệ lò luyện khác nhau hiện có tại Việt Nam đều không phải là chất thải nguy hại theo phân định của QCVN 07:2009/BTNMT. Các chỉ số hoạt độ phóng xạ an toàn của các mẫu xỉ thép đều đạt yêu cầu cho mục đích san lấp trong và ngoài nhà.
- Để có thể sử dụng xỉ thép làm vật liệu xây dựng thì xỉ thép cần phải được xử lý gia công tách từ tính và độ ổn định thể tích. Về cơ bản, độ ổn định thể tích của các mẫu xỉ thép sau xử lý đều đạt yêu cầu theo quy định của tiêu chuẩn YB/T 801 khi sử dụng cho mục đích san lấp
- Khả năng đầm chặt của các mẫu xỉ thép EAF, BOF, IF khá là dễ dàng, thuận lợi cho quá trình thi công đầm nén, chỉ số CBR của vật liệu xỉ thép lớn hơn rất nhiều so với vật liệu cát san lấp thông thường.
- Cường độ nén của các mẫu clanhke (có sử dụng xỉ thép trong phối liệu) cơ bản là thấp hơn so với mẫu đối chứng, chỉ có một số cấp phối thể hiện mức cao hơn như: HP90, VK50. Từ kết quả cường độ nén ta có thể nhận định tỷ lệ sử dụng xỉ thép để đạt kết quả tốt nhất về mặt cường độ nén là 50% đối với VY, VK, 90% đối với NS, LC, HP
- Bột phối liệu khi có mặt xỉ thép khó nghiền hơn so với bột phối liệu đối chứng
- Hoàn toàn có thể sử dụng xỉ thép thay thế quặng sắt để chế tạo clanhke đạt mác $C_{PC}50$ theo TCVN 7024
- Khi sử dụng xỉ thép làm cốt liệu cho bê tông thì lượng nước nhào trộn tăng, khối lượng thể tích tăng, cường độ chịu nén của bê tông sử dụng cốt liệu xỉ EAF tương đương so với bê tông sử dụng cốt liệu tự nhiên (cốt liệu BOF giảm khoảng 15%, IF giảm khoảng 30% ở tuổi 28 ngày)

BỘ XÂY DỰNG - MINISTRY OF CONSTRUCTION
VIỆN VẬT LIỆU XÂY DỰNG – VIETNAM INSTITUTE FOR BUILDING MATERIALS (VIBM)

XIN CHÂN THÀNH CẢM ƠN!

THAM LUẬN HỘI THẢO

"Mô hình sản xuất Vật liệu xây dựng (VLXD) xanh theo hướng tuần hoàn khép kín - Xu hướng phát triển bền vững của Doanh nghiệp sản xuất VLXD"

Ths. Kiều Văn Mát

Chủ tịch HĐQT Công ty Cổ phần Sông Đà Cao Cường

I. Giới thiệu

Công ty Cổ phần Sông Đà Cao Cường được thành lập và hoạt động theo Giấy chứng nhận đăng ký kinh doanh số 0800376530 do Sở Kế hoạch và Đầu tư tỉnh Hải Dương cấp lần đầu ngày 17 tháng 04 năm 2007 và được UBND tỉnh Hải Dương – Sở Khoa học Công nghệ chứng nhận là Doanh nghiệp Khoa học Công nghệ theo Giấy chứng nhận số 01/2014/DNKHCN ngày 15 tháng 8 năm 2014; Trải qua hơn 17 năm xây dựng và phát triển, Sông Đà Cao Cường đã trở thành thương hiệu uy tín trong lĩnh vực nghiên cứu thiết kế, chế tạo, lắp đặt, đào tạo, vận hành, chuyển giao các dây chuyền công nghệ xử lý chất thải rắn của các nhà máy nhiệt điện chạy than, phân bón hóa chất; các dây chuyền sản xuất vật liệu xây dựng mới; tạo ra các sản phẩm có giá trị cao như tro bay, thạch cao nhân tạo, gạch nhẹ chưng áp AAC, tấm ALC, vữa khô trộn sẵn, keo dán gạch đá...góp phần quan trọng vào giải quyết bài toán môi trường cho các nhà máy nhiệt điện, phân bón hóa chất đồng thời tạo ra nguồn nguyên liệu chất lượng cao phục vụ sản xuất trong nước và xuất khẩu, tạo việc làm mang lại hiệu quả kinh tế, thúc đẩy phát triển kinh tế tuần hoàn, tiết kiệm tài nguyên khoáng sản, chung tay bảo vệ môi trường.

II. Biến đổi khí hậu - Thách thức và đổi mới.

Biến đổi khí hậu ở Việt Nam cho thấy việc chuyển đổi sang sản xuất tiêu dùng bền vững là một nhiệm vụ quan trọng mới nhằm hướng tới phát triển bền vững, lâu dài. Và mô hình sản xuất vật liệu xây dựng xanh như một công cụ thiết thực giúp cho các doanh nghiệp nói riêng và nền kinh tế xã hội nói chung trong quá trình thực hiện sản xuất tiêu dùng bền vững, hiệu quả tiến tới NetZero 2050 – vì một Kỷ nguyên Xanh toàn cầu.

Theo hệ thống kiểm kê Quốc gia, dự báo đến năm 2030, phát thải của ngành sản xuất vật liệu xây dựng sẽ rơi vào khoảng 125 triệu tấn CO2 tương đương và đến 148 triệu tấn CO2 tương đương vào năm 2050. Trong đó, sản xuất xi măng chiếm tỷ trọng 70%, lớn nhất trong ngành sản xuất VLXD. Hệ số phát thải cho thấy ngành công nghiệp xây dựng có mức phát thải khí nhà kính rất cao. Do đó, Nhà nước cần xây dựng những chiến lược, chính sách đối với việc thay thế năng lượng các- bon sử dụng cho các tòa nhà, công trình. Điều này sẽ giúp giảm thiểu các nguồn phát thải khí nhà kính, đặc biệt là quá trình sản xuất VLXD trong thi công.

Phát triển kinh tế tuần hoàn hiện nay đang là xu thế chung để phát triển kinh tế xanh và bền vững. Đây là một mô hình kinh tế trong đó bao gồm các hoạt động nghiên cứu, thiết kế, sản xuất, dịch vụ đặt ra mục tiêu kéo dài tuổi thọ của vật chất và loại bỏ tác động tiêu cực đến môi trường, giảm phát thải bằng 0 với mục tiêu Net Zero cấp Quốc gia.

Nếu mô hình kinh tế truyền thống chỉ quan tâm đến việc khai thác tài nguyên, sản xuất và loại bỏ sau tiêu thụ, dẫn đến việc tạo ra một lượng phế thải khổng lồ thì mô hình kinh tế tuần hoàn chú trọng việc quản lý và tái tạo tài nguyên theo một vòng khép kín nhằm tránh tạo ra phế thải. Việc chuyển đổi sang nền kinh tế tuần hoàn là một cơ hội lớn để phát triển bền vững, không chỉ đạt mục tiêu kinh tế - xã hội, môi trường, mà còn để ứng phó với biến đổi khí hậu khi cam kết của Việt Nam sau nghị định COP 26, COP 27 và COP 28 đang được đẩy mạnh và các doanh nghiệp đều nỗ lực thực hiện.

Đây là mô hình kinh tế phát triển tất yếu trên thế giới hướng tới phát triển bền vững, hiệu quả. Kinh tế tuần hoàn góp phần gia tăng giá trị cho Doanh nghiệp, giảm khai thác tài nguyên, giảm chi phí xử lý chất thải, giảm ô nhiễm môi trường. Ngoài ra, nền kinh tế tuần hoàn giúp các quốc gia tiết kiệm chi phí, giảm thiểu sự biến động giá và rủi ro đến từ các nhà cung cấp, gia tăng tính đổi mới sáng tạo bằng việc thay thế các sản phẩm.

III. Mô hình sản xuất Vật liệu xây dựng (VLXD) xanh theo hướng tuần hoàn khép kín - Xu hướng phát triển bền vững của Doanh nghiệp sản xuất VLXD

Là một Doanh nghiệp Khoa học Công nghệ tiên phong trong lĩnh vực xử lý các chất thải rắn của các nhà máy nhiệt điện, phân bón hóa chất; nghiên cứu ứng dụng sản xuất các VLXD mới, VLXD xanh thân thiện với môi trường; Sông Đà Cao Cường với hơn 17 năm xây dựng và phát triển đã luôn nỗ lực không ngừng cùng sự chung tay đồng hành của các nhà khoa học đầu ngành về lĩnh vực vật liệu đã và đang tạo ra những sản phẩm tốt, ưu việt phù hợp với nhu cầu của ngành VLXD và đặc biệt là thân thiện với môi trường.

Nắm bắt được xu thế phát triển của ngành VLXD Việt Nam và trên thế giới, ngay từ những ngày đầu thành lập, Ban lãnh đạo Công ty đã định hướng rằng để doanh nghiệp phát triển bền vững phải xây dựng mô hình kinh tế tuần hoàn khép kín trong đó các khâu sản xuất luôn được quản lý chặt chẽ nhằm hạn chế tối đa việc phát sinh chất thải, đồng thời đẩy mạnh việc tái sử dụng nguyên nhiên vật liệu; áp dụng khoa học công nghệ mới vào sản xuất, giảm thiểu phát thải khí CO2 và các khí thải, chất thải gây hiệu ứng nhà kính, tạo ra môi trường lao động lành mạnh hơn, an toàn hơn và mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn.

1. Biến chất thải thành hàng hóa:

Năm 2007, Nhà máy tro bay Phả Lại được xây dựng tại phường Phả Lại, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương với công suất thiết kế đạt 1.000.000 tấn/năm; đây là dây chuyền Công nghệ mà Công ty Cổ phần Sông Đà Cao Cường là đơn vị đầu tiên tại Việt Nam tự nghiên cứu, thiết kế, chế tạo, lắp đặt, vận hành nhằm xử lý tro xỉ phế thải của Nhà máy nhiệt điện Phả Lại bằng công nghệ tuyển ướt và sấy khô đồng bộ, hiện đại, đảm bảo năng suất, chất lượng, hiệu quả cao *(công nghệ đã đạt giải nhất "Giải thưởng Sáng tạo Khoa học Công nghệ Việt Nam WIPO 2008" và được cấp giấy chứng nhận quyền tác giả tại Cục Bản quyền Tác giả năm 2009)*.

Bằng công nghệ của mình, Chúng tôi đã tiến hành xử lý triệt để trên 20 triệu tấn tro xỉ tồn đọng, lưu chứa tại hai hồ Khe Lăng và hồ Bình Giang của Nhà máy Nhiệt điện Phả Lại, trả lại hơn 90 ha diện tích hồ cho địa phương sử dụng làm nơi lưu chứa nước sạch qua đó góp phần giải quyết bài toán môi trường cho địa phương, đảm bảo an toàn vận hành cho Nhiệt điện Phả Lại.

Sản phẩm sau quá trình xử lý, tuyển tách là tro bay chất lượng cao mang thương hiệu SCL- Fly Ash đạt tiêu chuẩn Mỹ ASTM – C618 và tiêu chuẩn, quy chuẩn Việt Nam TCVN 10302:2014; QCVN 16:2019/BXD được ứng dụng trong thi công các công trình trọng điểm quốc gia và quốc tế như: Thủy điện Sơn La, Thủy điện Bản Chát, Thủy điện Trung Sơn, Thủy điện Lai Châu, Thủy điện Xekaman và Thủy điện Nam Theun 1 (Lào); Thủy điện Nam Sam 3 (Lào)…và phục vụ xuất khẩu làm phụ gia cho ngành sản xuất xi măng, vật liệu xây dựng…

Tro bay SCL - Fly Ash thi công thủy điện Sơn La

Tro bay SCL - Fly Ash thi công thủy điện Lai Châu

Thủy điện Nam Theun 1 - Lào

Thủy điện Nam Sam 3 - Lào

Tro bay chất lượng cao phục vụ xuất khẩu

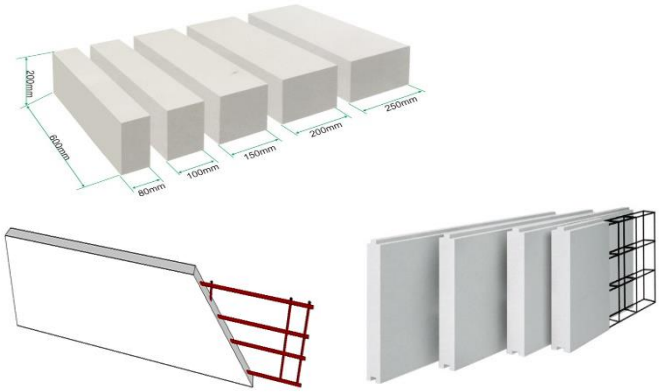
Hiện nay, Công ty đã và đang thực hiện xử lý lượng tro xỉ thải ra hàng ngày của Nhà máy Nhiệt điện Phả Lại và các nhà máy nhiệt điện miền Bắc như nhiệt điện Uông Bí, nhiệt điện Mông Dương, nhiệt điện Hà Khánh, nhiệt điện Hải Phòng; bên cạnh đó, từ năm 2021 Chúng tôi tiến hành công tác đầu tư xây dựng Nhà máy xử lý tro xỉ và sản xuất VLXD mới tại huyện Tuy Phong, tỉnh Bình Thuận với công suất thiết kế GĐ1 là 1.000.000 tấn/năm nâng tổng công suất hai nhà máy lên 2.000.000 tấn/năm. Nhà máy ra đời nhằm xử lý triệt để lượng tro xỉ tồn đọng trên bãi xỉ của các Nhà máy cụm nhiệt điện Vĩnh Tân, nghiên cứu chế biến sâu biến chất thải thành các sản phẩm hàng hóa hữu ích, có giá trị kinh tế cao vừa góp phần vào việc đảm bảo an toàn vận hành cho nhà máy và an ninh năng lượng quốc gia, đồng thời tạo việc làm cho lao động địa phương, tạo động lực thúc đẩy phát triển kinh tế cho tỉnh Bình Thuận.

Hệ thống silo, bồn chứa xuất hàng tại cảng quốc tế Vĩnh Tân - Bình Thuận

Xây dựng Nhà máy xử lý tro xỉ tại Vĩnh Tân - Bình Thuận

Trên cơ sở nguồn nguyên liệu là tro bay chất lượng cao; với mong muốn không chỉ dừng lại ở việc sử dụng tro bay làm phụ gia cho bê tông đầm lăn RCC hay xuất khẩu làm phụ gia sản xuất xi măng; Sông Đà Cao Cường bằng lực lượng lao động có chuyên môn cao, cùng sự đồng hành của các Nhà khoa học, các viện nghiên cứu đầu ngành về lĩnh vực vật liệu xây dựng, sự ủng hộ của Chính Phủ; chúng tôi đã nghiên cứu, ứng dụng tro bay vào sản xuất tạo nên một chuỗi các sản phẩm VLXD xanh, thân thiện với môi trường và đem lại hiệu quả kinh tế cao. Cụ thể:

i) Xây dựng Nhà máy sản xuất bê tông khí chưng áp AAC-Block và tấm ALC:



- Công suất: 200,000 m3/năm
- Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 7959:2017
- Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 12867:2020
- ~ Tiêu chuẩn Đức: DIN 4156
- ~ Tiêu chuẩn Trung Quốc: GB11968-2006

Đây là dòng sản phẩm VLXD mới, xanh, thân thiện với môi trường tại thị trường Việt Nam với nhiều ưu điểm nổi trội so với VLXD truyền thống như:

+ Là vật liệu không nung được sản xuất theo công nghệ chưng áp do đó làm giảm sự phát thải khí CO2 và các khí gây hiệu ứng nhà kính, góp phần bảo vệ môi trường.
+ Nguyên liệu sử dụng là tro bay sau xử lý (chất thải của các nhà máy nhiệt điện), thạch cao nhân tạo (chất thải của nhà máy phân bón hóa chất) thay thế cho cát, đất sét, thạch cao tự nhiên; giải quyết bài toán môi trường và tiết kiệm nguồn tài nguyên đang ngày càng cạn kiệt.
- Độ bền cao, dễ dàng vận chuyển, thi công, lắp đặt, tiết kiệm chi phí nhân công và rút ngắn thời gian xây dựng; đồng thời thuận tiện khi tháo dỡ và hoàn toàn có thể tái sử dụng giúp giảm phát sinh phế thải trong xây dựng và kéo dài vòng đời của sản phẩm.
- Trọng lượng nhẹ: Khối lượng thể tích khô của bê tông khí chưng áp AAC chỉ từ 400 ÷ 800 kg/m3, chỉ bằng 1/3 ÷ 1/4 gạch đất sét nung truyền thống và 1/6 so với bê tông thông thường. Nhờ đó giảm tải trọng cho toàn bộ tòa nhà; giảm chi phí kết cấu móng từ 10 - 15% so với gạch xây truyền thống.
- Khả năng chống nóng, cách nhiệt: Đây chính là điểm mạnh của vật liệu này khi hệ số dẫn nhiệt chỉ từ 0.11 ÷ 0.18 W/m0K. Khả năng chống nóng, cách nhiệt cao gấp 6 đến 8 lần so với gạch đỏ truyền thống làm cho các công trình xây dựng từ bê tông khí chưng áp luôn mát vào mùa hè và ấm vào mùa đông, từ đó giúp tiết kiệm năng lượng.
- Khả năng cách âm vượt trội: Độ cách âm từ 40 đến 47 dB. Đặc tính cách âm này được tạo ra từ cấu trúc hàng triệu bóng khí rỗng bên trong. Âm thanh khi đi qua vật liệu bị phân tán và hấp thụ tạo nên khả năng cách âm ưu việt của vật liệu.
- Khả năng chống cháy: Chống cháy vượt trội đạt quy chuẩn QCVN 06:2022/BXD và EI240 của sản phẩm bê tông khí chưng áp AAC đã được chứng minh qua kết quả thí nghiệm của Trường Đại học Phòng cháy chữa cháy. Đây là đặc tính vô cùng quan trọng khi ứng dụng trong xây dựng dân dụng cũng như xây dựng công nghiệp, đem lại sự an toàn cho người sử dụng.
- Độ chính xác về kích thước: Sản phẩm bê tông khí chưng áp có kích thước xây dựng khá lớn, sản xuất theo đúng kích thước quy chuẩn giúp việc xây tường có độ chính xác cao, bề mặt tường bằng phẳng giúp tiết kiệm chi phí hoàn thiện, tô trát.

Sử dụng bê tông khí chưng áp trong thi công nhà ở dân dụng

Sử dụng bê tông khí chưng áp trong thi công công trình công nghiệp

=> Như vậy, bằng việc sử dụng nguyên liệu là tro bay chất lượng cao sau xử lý để sản xuất bê tông khí chưng áp thay cho việc sử dụng đất, cát đã góp phần bảo vệ nguồn tài nguyên khoáng sản đang ngày càng cạn kiệt, không sử dụng than để nung làm giảm phát thải khí CO2 và các khí thải, chất thải gây hiệu ứng nhà kính, bảo vệ môi trường. Sản phẩm hiện nay đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong xây dựng dân dụng và công nghiệp tại thị trường Việt Nam. Hiện nay, Chúng tôi đang triển khai mở rộng sản xuất dự kiến nâng công suất lên 250.000 m3 tại Nhà máy cụm Phả Lại và đầu tư Nhà máy mới tại Bình Thuận với công suất dự kiến 300.000 m3/năm nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của thị trường VLXD Việt Nam và hướng tới xuất khẩu ra thị trường quốc tế.

ii) Xây dựng Nhà máy sản xuất vữa khô trộn sẵn SCL - Mortar

Song song với việc nghiên cứu, ứng dụng tro bay vào sản xuất bê tông khí chưng áp; tại Sông Đà Cao Cường, chúng tôi còn ứng dụng tro bay trong sản xuất vữa khô trộn sẵn tạo ra dòng sản phẩm có tính ứng dụng cao, tiện lợi trong thi công, hạn chế thất thoát trong quá trình sử dụng, dễ dàng vận chuyển, bảo quản; chất lượng sản phẩm đảm bảo các tiêu chuẩn, quy chuẩn của Việt Nam về vữa xây dựng và có giá thành rất cạnh tranh so với vữa xây truyền thống.

- Công suất: 1.000.000 Tấn/năm
- Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 4341:2022
- Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 9028:2011
- Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 7899-1:2008

Sản phẩm vữa khô trộn sẵn SCL-Mortar hiện đang được nhiều nhà thầu lớn tại Việt Nam quan tâm và tin dùng như Vinhomes, Vincons, Delta, Cotechcons, Hòa Bình Group, Alphanam, Newtecons …tại các dự án, công trình lớn như Vin Ocean Park Hưng Yên, dự án Vin Vũ Yên - Hải Phòng…; Nhằm đáp ứng nhu cầu của thị trường về sản phẩm vữa khô trộn sẵn không chỉ cung cấp cho thị trường miền Bắc mà còn cung cấp cho thị trường miền Trung và miền Nam và hướng tới xuất khẩu, SCL đã và đang đầu tư tổ hợp sản xuất VLXD tại tỉnh Bình Thuận dự kiến sẽ vận hành GĐ1 vào cuối Quý II/2024 qua đó nâng tổng công suất vữa khô trộn sẵn lên khoảng 2.000.000 tấn/năm.

Vữa khô trộn sẵn SCL-Mortar thi công dự án Vin Ocean Park Hưng Yên

iii) Xây dựng Nhà máy sản xuất keo dán gạch đá, keo chít mạch, bột bả SCL-Skimcoat

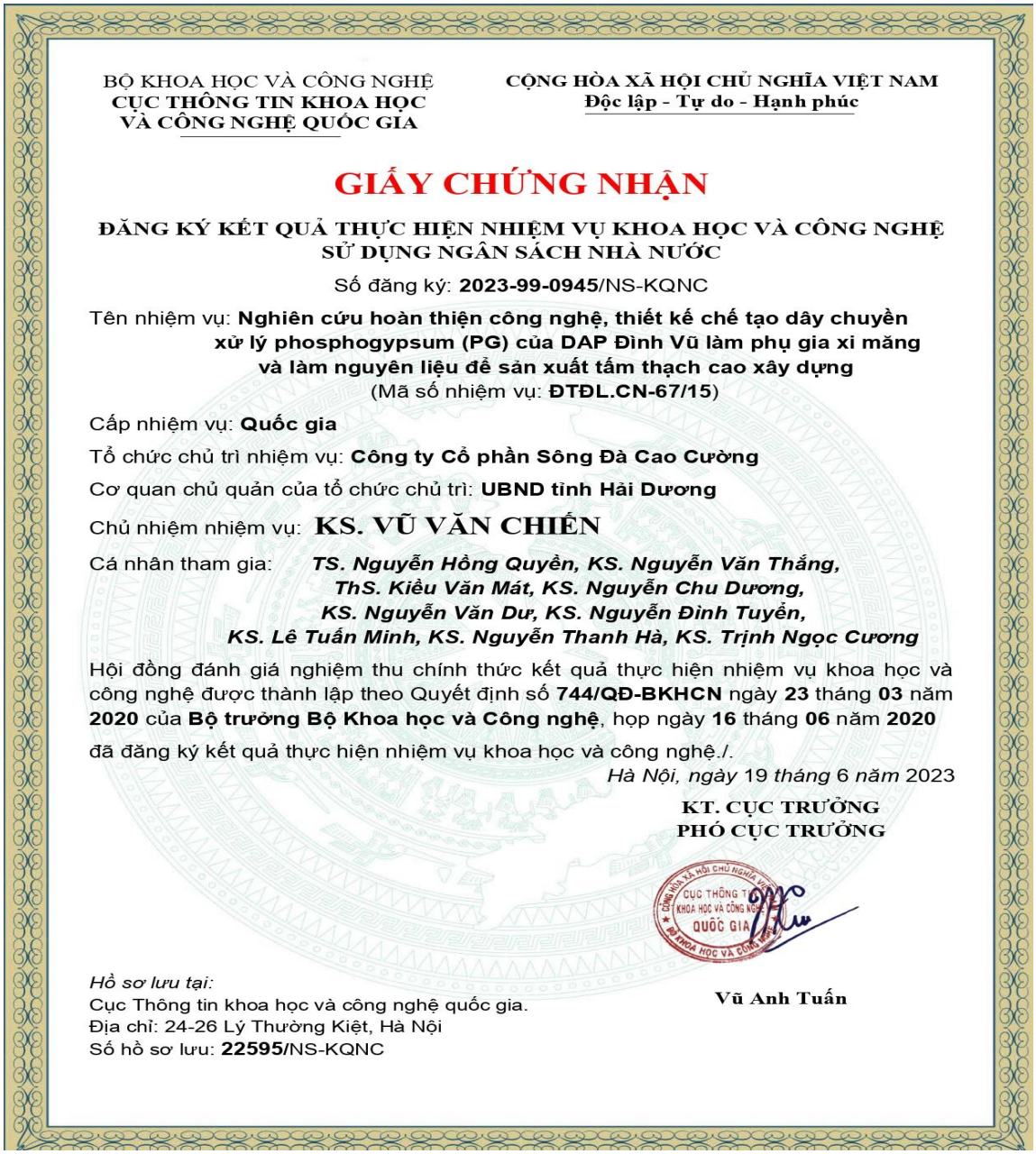
Bên cạnh sản phẩm là bê tông khí chưng áp và vữa khô trộn sẵn, để hình thành bộ sản phẩm VLXD đồng bộ, chúng tôi đã nghiên cứu và cho ra đời dòng sản phẩm keo dán gạch đá, keo chít mạch, bột bả nội ngoại thất góp phần giúp các nhà thầu có thêm sự lựa chọn sản phẩm để hoàn thiện công trình của mình.

- Công suất: 100,000 Tấn/năm
- Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 7899-1:2008
- ISO 13007-1:2004

Như vậy, với nguồn nguyên liệu đầu vào là tro bay sau xử lý đạt chất lượng cao; SCL đã tạo ra một chuỗi các sản phẩm hữu ích, có tính ứng dụng cao và đặc biệt đây là các sản phẩm xanh, thân thiện với môi trường; có vòng đời dài và hoàn toàn có thể tái tuần hoàn trong quá trình sử dụng. Điều đó vừa góp phần bảo vệ môi trường, vừa góp phần bảo vệ nguồn tài nguyên khoáng sản đồng thời giúp tiết kiệm chi phí sản xuất, hạ giá thành sản phẩm và đem lại hiệu quả kinh tế cao cho cả nhà sản xuất và người sử dụng sản phẩm.

Tiếp nối thành công và kinh nghiệm trong lĩnh vực xử lý tro xỉ nhiệt điện; năm 2009 Công ty CP Sông Đà Cao Cường đã đầu tư và chuyển giao công nghệ xử lý cho Công ty CP Thạch Cao Đình Vũ để khai thác, xử lý bã thải phosphogypsum của nhà

máy phân bón hóa chất DAP VINACHEM tạo ra sản phẩm là thạch cao nhân tạo với công suất 1.000.000 tấn/năm (dạng bột); 750.000 tấn/năm (dạng viên) và hơn 36.000 tấn phụ gia khác. Sản phẩm thạch cao nhân tạo đạt TCVN 11833:2017 được ứng dụng làm nguyên liệu sản xuất xi măng, tấm trần, gốm sứ,... vừa giải quyết bài toán môi trường cho KCN Đình Vũ, vừa đem lại hiệu quả kinh tế, đặc biệt giúp cho ngành sản xi măng chủ động được nguồn nguyên liệu sản xuất, giảm sự phụ thuộc vào nguồn nhập khẩu nước ngoài tiết kiệm chi phí, giảm giá thành sản phẩm. Đây cũng là đề nội dung của đề tài khoa học công nghệ cấp quốc gia: *"Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ, thiết kế chế tạo dây chuyền xử lý phosphogypsum (PG) của DAP Đình Vũ làm phụ gia xi măng và làm nguyên liệu để sản xuất tấm thạch cao xây dựng"* mà SCL đã thực hiện và bảo vệ thành công năm 2020.



BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
CỤC THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUỐC GIA

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

GIẤY CHỨNG NHẬN

ĐĂNG KÝ KẾT QUẢ THỰC HIỆN NHIỆM VỤ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ SỬ DỤNG NGÂN SÁCH NHÀ NƯỚC

Số đăng ký: **2023-99-0945**/NS-KQNC

Tên nhiệm vụ: **Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ, thiết kế chế tạo dây chuyền xử lý phosphogypsum (PG) của DAP Đình Vũ làm phụ gia xi măng và làm nguyên liệu để sản xuất tấm thạch cao xây dựng**
(Mã số nhiệm vụ: **ĐTĐL.CN-67/15**)

Cấp nhiệm vụ: **Quốc gia**

Tổ chức chủ trì nhiệm vụ: **Công ty Cổ phần Sông Đà Cao Cường**

Cơ quan chủ quản của tổ chức chủ trì: **UBND tỉnh Hải Dương**

Chủ nhiệm nhiệm vụ: **KS. VŨ VĂN CHIẾN**

Cá nhân tham gia: ***TS. Nguyễn Hồng Quyền, KS. Nguyễn Văn Thắng, ThS. Kiều Văn Mát, KS. Nguyễn Chu Dương, KS. Nguyễn Văn Dư, KS. Nguyễn Đình Tuyển, KS. Lê Tuấn Minh, KS. Nguyễn Thanh Hà, KS. Trịnh Ngọc Cương***

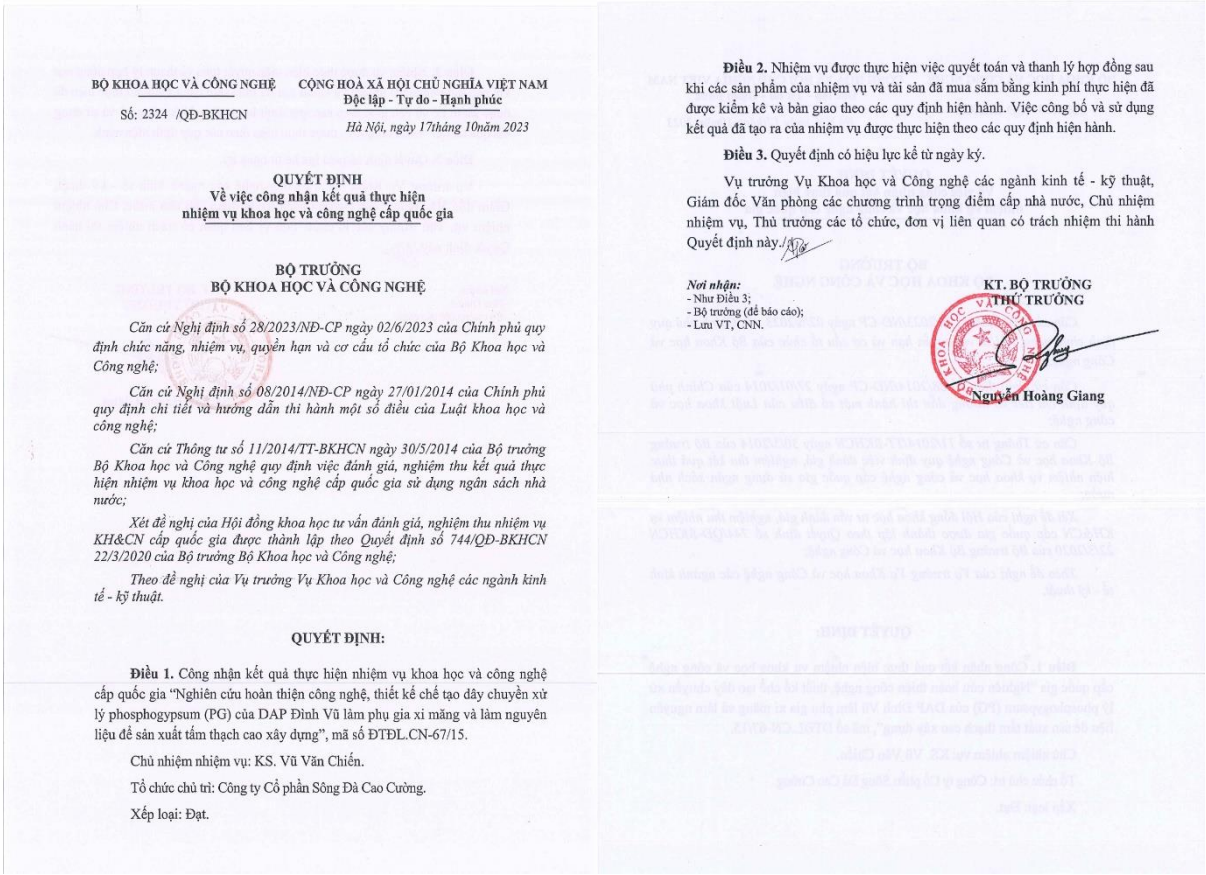
Hội đồng đánh giá nghiệm thu chính thức kết quả thực hiện nhiệm vụ khoa học và công nghệ được thành lập theo Quyết định số **744/QĐ-BKHCN** ngày **23** tháng **03** năm **2020** của **Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ**, họp ngày **16** tháng **06** năm **2020** đã đăng ký kết quả thực hiện nhiệm vụ khoa học và công nghệ./.

Hà Nội, ngày 19 *tháng* 6 *năm* 2023

KT. CỤC TRƯỞNG
PHÓ CỤC TRƯỞNG

Vũ Anh Tuấn

Hồ sơ lưu tại:
Cục Thông tin khoa học và công nghệ quốc gia.
Địa chỉ: 24-26 Lý Thường Kiệt, Hà Nội
Số hồ sơ lưu: **22595**/NS-KQNC



BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Số: 2324 /QĐ-BKHCN

CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Hà Nội, ngày 17tháng 10năm 2023

QUYẾT ĐỊNH
Về việc công nhận kết quả thực hiện nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp quốc gia

BỘ TRƯỞNG
BỘ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

Căn cứ Nghị định số 28/2023/NĐ-CP ngày 02/6/2023 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Khoa học và Công nghệ;

Căn cứ Nghị định số 08/2014/NĐ-CP ngày 27/01/2014 của Chính phủ quy định chi tiết và hướng dẫn thi hành một số điều của Luật khoa học và công nghệ;

Căn cứ Thông tư số 11/2014/TT-BKHCN ngày 30/5/2014 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ quy định việc đánh giá, nghiệm thu kết quả thực hiện nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp quốc gia sử dụng ngân sách nhà nước;

Xét đề nghị của Hội đồng khoa học tư vấn đánh giá, nghiệm thu nhiệm vụ KH&CN cấp quốc gia được thành lập theo Quyết định số 744/QĐ-BKHCN 22/3/2020 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ;

Theo đề nghị của Vụ trưởng Vụ Khoa học và Công nghệ các ngành kinh tế - kỹ thuật.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Công nhận kết quả thực hiện nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp quốc gia "Nghiên cứu hoàn thiện công nghệ, thiết kế chế tạo dây chuyền xử lý phosphogypsum (PG) của DAP Đình Vũ làm phụ gia xi măng và làm nguyên liệu để sản xuất tấm thạch cao xây dựng", mã số ĐTĐL.CN-67/15.

Chủ nhiệm nhiệm vụ: KS. Vũ Văn Chiến.

Tổ chức chủ trì: Công ty Cổ phần Sông Đà Cao Cường.

Xếp loại: Đạt.

Điều 2. Nhiệm vụ được thực hiện việc quyết toán và thanh lý hợp đồng sau khi các sản phẩm của nhiệm vụ và tài sản đã mua sắm bằng kinh phí thực hiện đã được kiểm kê và bàn giao theo các quy định hiện hành. Việc công bố và sử dụng kết quả đã tạo ra của nhiệm vụ được thực hiện theo các quy định hiện hành.

Điều 3. Quyết định có hiệu lực kể từ ngày ký.

Vụ trưởng Vụ Khoa học và Công nghệ các ngành kinh tế - kỹ thuật, Giám đốc Văn phòng các chương trình trọng điểm cấp nhà nước, Chủ nhiệm nhiệm vụ, Thủ trưởng các tổ chức, đơn vị liên quan có trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:
- Như Điều 3;
- Bộ trưởng (để báo cáo);
- Lưu VT, CNN.

KT. BỘ TRƯỞNG
THỨ TRƯỞNG

Nguyễn Hoàng Giang

2. Ứng dụng khoa học công nghệ vào sản xuất

Trong suốt chặng đường 17 năm hình thành và phát triển, Chúng tôi luôn xác định rằng đổi mới khoa học công nghệ là yếu tố then chốt mang tính sống còn của Doanh nghiệp. Trong xu thế phát triển của ngành sản xuất VLXD ngày nay luôn luôn phải đặt ra bài toán: Làm thế nào để nâng cao năng suất chất lượng sản phẩm, làm thế nào để tiết giảm chi phí sản xuất, hạ giá thành. Và khoa học công nghệ chính là chìa khóa để giải các bài toán đó. Tại SCL, chúng tôi luôn chú trọng cải tiến công nghệ, nâng cấp dây chuyền thiết bị nhằm tối ưu các công đoạn sản xuất. Có thể kể đến như:

- Sử dụng công nghệ lò đốt Biomass với nguyên liệu là mùn, chấu, phế thải nông nghiệp thay thế cho sử dụng than đá vừa tiết kiệm tài nguyên, vừa giảm phát thải CO2, đồng thời giảm chi phí sản xuất, hạ giá thành sản phẩm.
- Áp dụng và cải tiến các công đoạn sản xuất sao cho có thể tận dụng tối đa phần năng lượng dư thừa của công đoạn này tái tuần hoàn, tái sử dụng để làm năng lượng cho công đoạn khác.
- Thay thế việc sử dụng các động cơ đốt trong dùng xăng, dầu bằng các động cơ điện vừa giảm phát thải, vừa giảm tiếng ồn đồng thời đem lại hiệu quả kinh tế rõ rệt.
- Xây dựng các đường ống dẫn nhằm tái tuần hoàn và sử dụng lượng nước dư thừa, tái sử dụng phế liệu trong quá trình sản xuất; hạn chế thải loại ra môi trường.

Đi đôi với công tác cải tiến khoa học công nghệ, Công ty luôn trú trọng tới công tác đào tạo CBCNV NLĐ nhằm nâng cao trình độ, ý thức trong công việc mang lại hiệu quả sản xuất và xây dựng văn hóa Doanh nghiệp, môi trường lao động lành mạnh và an toàn.

Với những đóng góp của mình trong việc sản xuất vật liệu xây dựng xanh, thân thiện với môi trường và phát triển mô hình kinh tế tuần hoàn khép kín theo hướng bền vững, SCL đã đạt được rất nhiều các giải thưởng trong ngành VLXD như: Huy chương Vàng hàng Việt Nam chất lượng cao, được hội đồng khoa học công nhận vật liệu xanh đạt các tiêu chí vì môi trường xanh quốc gia lần thứ I năm 2013; là hội viên vàng GOLD MEMBER của hội công trình xanh Việt Nam VGBC; Thương hiệu tiêu biểu ngành Xây dựng lần thứ IV; Top 10 Doanh nghiệp xanh và phát triển bền vững 2023. Thương hiệu tiêu biểu ngành Xây dựng lần thứ IV; Top 10 sản phẩm và dịch vụ chất lượng châu Á năm 2023.

III. Các chính sách của Chính phủ, sự vào cuộc của các cấp Bộ, ngành và cơ hội cho các Doanh nghiệp sản xuất VLXD xanh.

Theo Thông tư số 13/2017/TT- BXD công trình xây dựng công đều phải dùng vật liệu nhẹ, tiết kiệm nhiên liệu. Đặc biệt, trong giai đoạn hiện nay Chính phủ, Bộ Xây dựng, các Bộ, ngành chỉ đạo rất quyết liệt đối với việc sử dụng các vật liệu không nung, vật liệu xanh thân thiện môi trường và các vật liệu tái tạo trong quá trình chất thải của các ngành công nghiệp để sử dụng và tiết kiệm nhiên liệu, đất đai, bảo vệ môi trường,… Trong đó, các chỉ thị, quyết định chỉ đạo rất rõ các công trình có vốn từ ngân sách Nhà nước, các công trình có vốn kinh doanh nước ngoài phải sử dụng vật liệu không nung có tỷ lệ vật liệu nhẹ với nhà cao tầng và vật liệu không nung với vật liệu khác, đảm bảo các yếu tố về Công trình xanh theo tiêu chuẩn quốc tế như tiêu chuẩn LEED của Mỹ, Green Mark của Singapore…

Bộ Xây dựng tiếp tục triển khai hiệu quả Chiến lược phát triển VLXD Việt Nam thời kỳ 2021 - 2030, định hướng đến năm 2050; Chương trình phát triển vật liệu xây dựng không nung tại Việt Nam đến năm 2030; Đề án An ninh kinh tế trong lĩnh vực VLXD; Chỉ thị 08/CT-TTg ngày 26/3/2021 của Thủ tướng Chính phủ về đẩy mạnh xử lý, sử dụng tro, xỉ, thạch cao của các nhà máy nhiệt điện, nhà máy hóa chất, phân bón làm nguyên liệu sản xuất VLXD và trong các công trình xây dựng .Những năm gần đây, phát triển VLXD được chú trọng hơn theo hướng phát triển bền vững, bảo vệ môi trường. Chúng ta ưu tiên đầu tư dự án sản xuất VLXD mới, các dự án công suất lớn sử dụng công nghệ tiên tiến.

Bên cạnh đó, hành lang pháp lý, hệ thống văn bản quy phạm pháp luật ngày càng đầy đủ, hoàn thiện, tạo điều kiện thuận lợi cho các nhà đầu tư, các Nhà thầu có cơ sở áp dụng và tiếp cận sản phẩm đưa vào thi công trong các công trình, dự án xây dựng.

IV. Kết luận và kiến nghị

Sự gia tăng nhu cầu về nguyên liệu thô, trong khi nguồn nguyên liệu này ngày càng cạn kiệt, đặc biệt đối với nguồn tài nguyên khoáng sản, nguồn tài nguyên không thể tái tạo được; Sự phụ thuộc vào các nước khác, đặc biệt các quốc gia phụ thuộc nước khác về nguyên liệu thô. Sự phụ thuộc này dẫn đến căng thẳng về chính trị toàn cầu; Tác động đến sự biến đổi khí hậu (phát thải các khí nhà kính, đặc biệt là CO2) làm gia tăng quá trình biến đổi khí hậu cực đoan, gây nên các hậu quả cực kỳ nghiêm trọng. Sự chuyển đổi sang nền kinh tế tuần hoàn với mục tiêu sử dụng năng lượng bền vững sẽ

làm giảm quá trình biến đổi khí hậu; Tạo ra các cơ hội kinh tế, đặc biệt đối với DN và khoa học trong lĩnh vực nghiên cứu đổi mới, thiết kế, tái chế và sáng tạo. Trên cơ sở đó SCL có một số đề xuất, kiến nghị sau:

- Chính phủ tiếp tục ban hành các cơ chế chính sách nhằm thúc đẩy sản xuất và ứng dụng vật liệu xây dựng xanh; tạo cơ chế phù hợp để vật liệu xây dựng xanh dễ dàng đến với người tiêu dùng, các chủ đầu tư, nhà thầu, các dự án.

- Đẩy mạnh công tác truyền thông, đào tạo nhằm nâng cao nhận thức của cộng đồng về vật liệu xây dựng xanh và lợi ích mà chúng mang đến cho chủ đầu tư, người sử dụng nói riêng và toàn xã hội nói chung, để thay đổi thói quen trong việc sử dụng vật liệu xây dựng.

- Các cơ quan chức năng cần ban hành đầy đủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật sản phẩm, hướng dẫn sử dụng và định mức kinh tế kỹ thuật liên quan đến việc sử dụng vật liệu xây dựng xanh.

- Sớm hoàn thiện các quy trình đánh giá, các tài liệu, công cụ hướng dẫn để Doanh nghiệp, nhà sản xuất tiếp cận được với tín chỉ Cacbon và các lợi ích mà kinh tế tuần hoàn mang lại.

- Hỗ trợ Doanh nghiệp tiếp cận tới các nguồn vốn tín dụng xanh, nguồn vốn ưu đãi trong nước và quốc tế.

SCL tin rằng, với sự đồng thuận và hỗ trợ từ các chính sách của Chính phủ, sự vào cuộc của các cấp Bộ, ngành cũng như công tác truyền thông nâng cao nhận thức của cộng đồng về sử dụng VLXD xanh và lợi ích của sản phẩm mang lại sẽ thay đổi thói quen trong việc sử dụng VLXD với chủ đầu tư nói riêng và người tiêu dùng nói chung. Bài toán môi trường, việc làm và sự hữu ích của sản phẩm sẽ mang đến một môi trường xanh, sạch và hướng tới hoàn thànhmục tiêu Netzero vào năm 2050.

Công ty Cổ phần Sông Đà Cao Cường – Đồng hành cùng hoàn thiện và phát triển – Góp phần vào sự nghiệp bảo vệ môi trường, phát triển bền vững.

SCL kiến tạo không gian, mang lại Hạnh Phúc!

Tài liệu tham khảo:

(1): https://quochoitv.vn/cum-tieu-diem-hang-trieu-tan-co2-phat-thai-tu-san-xuat-vat-lieu-xay-dung-192667.htm

(2): https://vanban.chinhphu.vn/default.aspx?pageid=27160&docid=192748

(3): https://chinhphu.vn/?pageid=27160&docid=200800&tagid=6&type=1

(4): https://tulieuvankien.dangcongsan.vn/he-thong-van-ban/van-ban-chi-dao-dieu-hanh/chi-thi-so-08ct-ttg-ngay-2632021-cua-thu-tuong-chinh-phu-day-manh-xu-ly-su-dung-tro-xi-thach-cao-cua-cac-nha-may-7318

Transitioning towards circular construction to advance sustainable development

ReBuMat

German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

ReBuMat Symposium
Session 4, Tuesday, 14.05.2024
Hanoi University of Civil Engineering

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

Prof. Dr. Dirk Schwede (PhD)
Professur für Energie- und Gebäudetechnik

Fachbereich Bauwesen
Technische Hochschule Lübeck
Mönkhofer Weg 239, D-23562 Lübeck
Tel. +49/451/300-5367
www.th-luebeck.de
dirk.schwede@th-luebeck.de

Motivation

KNBau
Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt

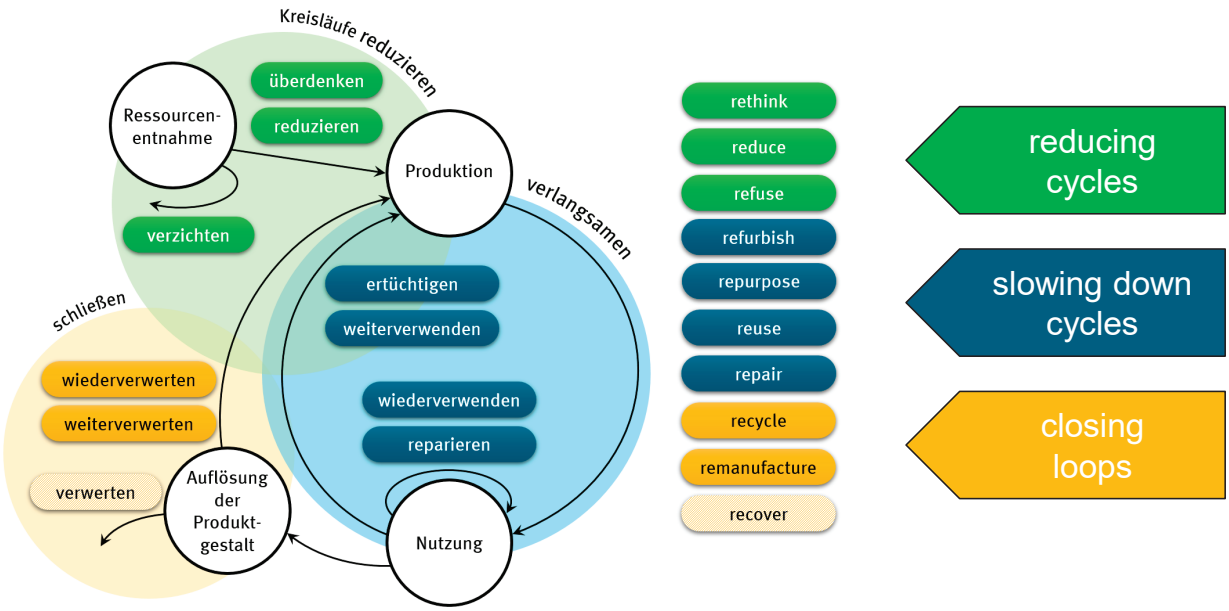
- Up to **40% of all greenhouse gas emissions** are caused by the production of building materials such as cement, steel and glass, as well as the heating and cooling of our buildings.
- **90% of the domestic mineral raw material** extraction flows into the construction sector.
- **54% of waste in Germany is associated with construction activities**. The proportion of high-quality recycled material that flows back into the building sector is in the single-digit range.
- **We spend over 90% of our lives in our buildings**, so it is particularly important to avoid substances that are hazardous to health and whose inhalation makes us sick.

5 key messages

1. **The understanding of a new circular economy must be promoted.**
2. **The building stock must be used and protected.**
3. **Circularity must be measurable and transparent.**
4. **Responsibility must be distributed fairly.**
5. **The waste hierarchy must be developed into a resource management hierarchy.**

R-strategies over the lifecycle

KNBau
Kommission Nachhaltiges Bauen
am Umweltbundesamt



R strategies throughout the life cycle.
Green: Strategies to reduce resource consumption.
Blue: Strategies for prolonging and intensifying resource use.
Yellow: Strategies for closing material cycles.
Figure according to [DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: Model of R-strategies]

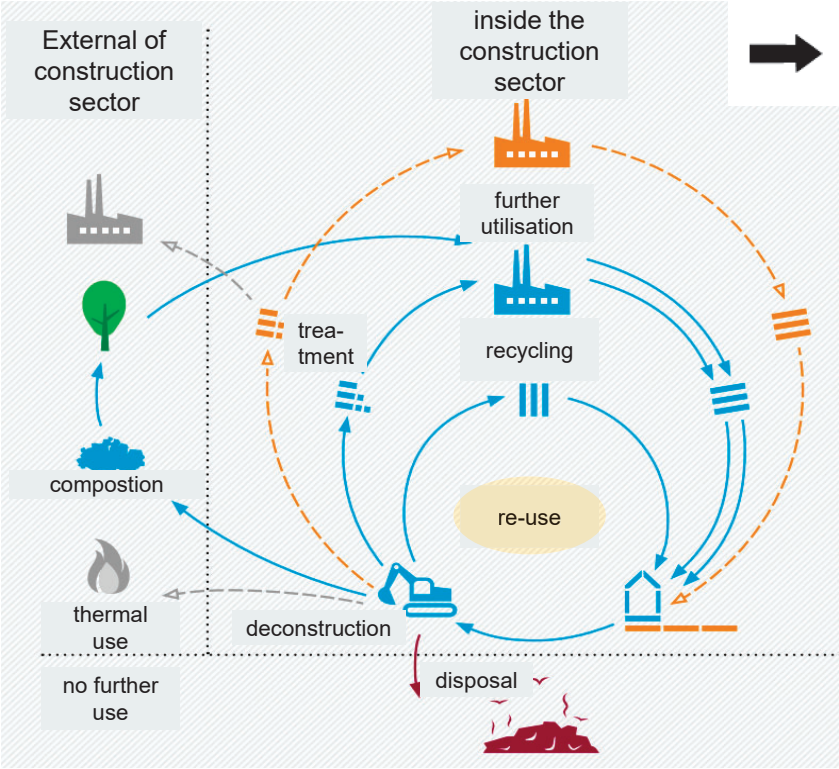
Definition relevant to the circular economy

The prevailing Babylonian jumble of languages in the complex of topics of recycling allows for vagueness, room for interpretation, glosses over the successes of recycling and leads to greenwashing.

There is an urgent need to establish unambiguous definitions as a prerequisite for clear regulations and their unambiguous interpretation and implementation.

Reuse of construction products	**Re-Use**
	Re-Use/ Further-Use
Recycling of construction products	**Recycling/ abiotic recycling**
	Further Utiization/ Downcycling
	Higher Utilization/ Upcycling
	Composting/ biotic recycling
	Quality-degrading cascading
	Quality-preserving cascading

Definitions of the Re-Use of construction products



Re-Use

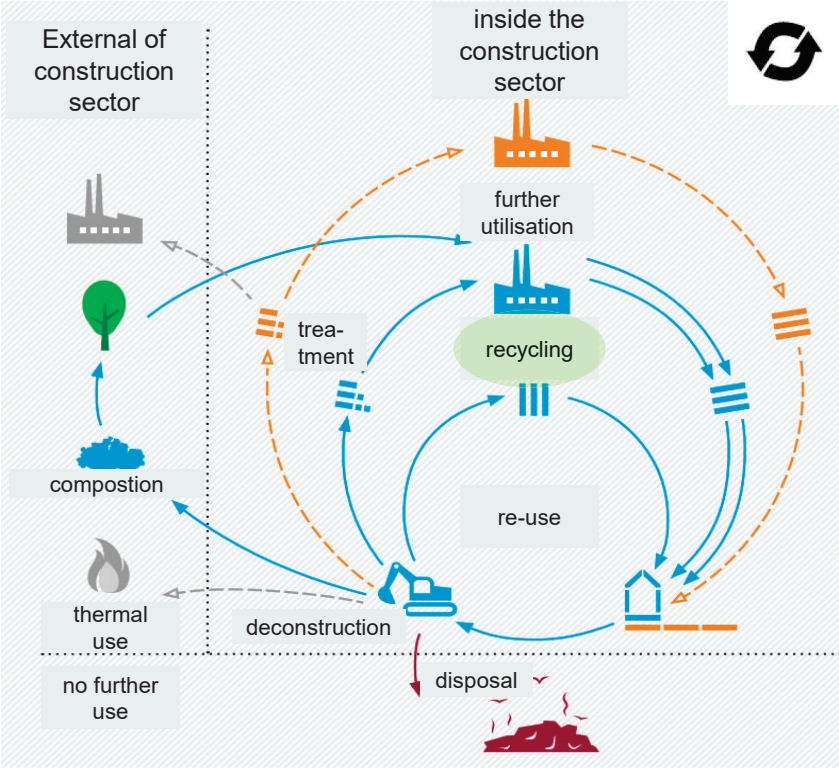
Reuse of a used product for the same purpose while retaining its shape and with the same quality standards compared to the original purpose, i.e. while maintaining quality. The product of a reuse/re-use is a closed-loop secondary product

→ pollutant-free
→ pure material
→ non-destructive dismantling
→ to market demand
→ burability
→ modularity

definitions translated from ©TEAMhillebrandt

Definitions for the recycling of construction products

KNBau
Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt



Recycling/ abiotic recycling

Return of used materials to a manufacturing process **with dissolution of the shape into new products with the same quality standards as the original purpose**, i.e. while maintaining quality.

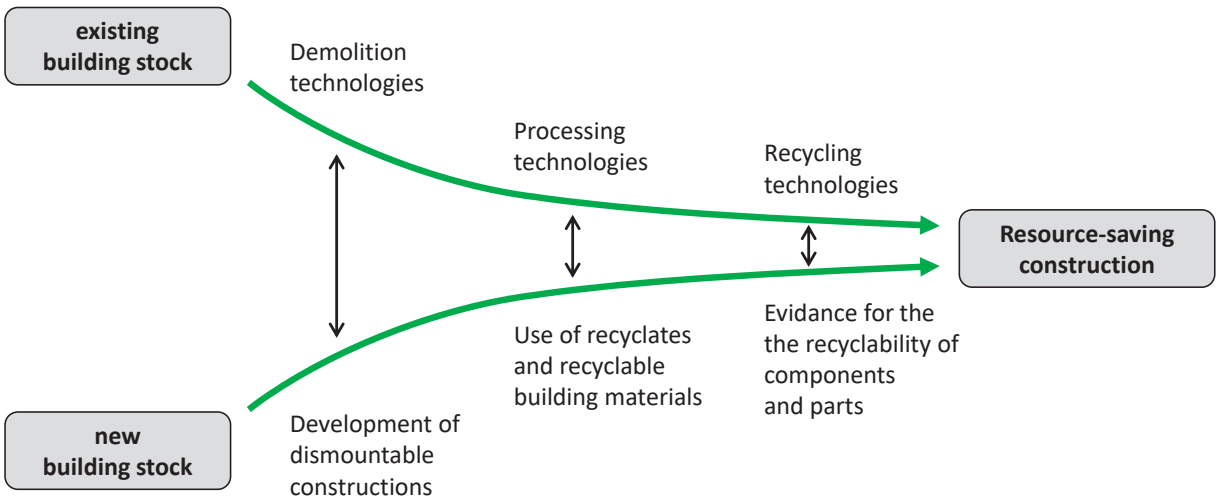
The product of a reuse/recycling is a closed-loop secondary raw material/recycled material.

→ pollutant-free
→ pure material

definitions translated from ©TEAMhillebrandt

Innovation towards the circular economy

KNBau
Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt



Interactions between new construction planning and the available technologies at the end of life of resource-saving buildings.
Image by[Kommission nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt: Schonung natürlicher Ressourcen durch Materialkreisläufe in der Bauwirtschaft, Dessau-Roßlau, 2018]

Building Resource Passports and Circularity Rating Systems

Building resource passports make the circularity of a building measurable and assessable.

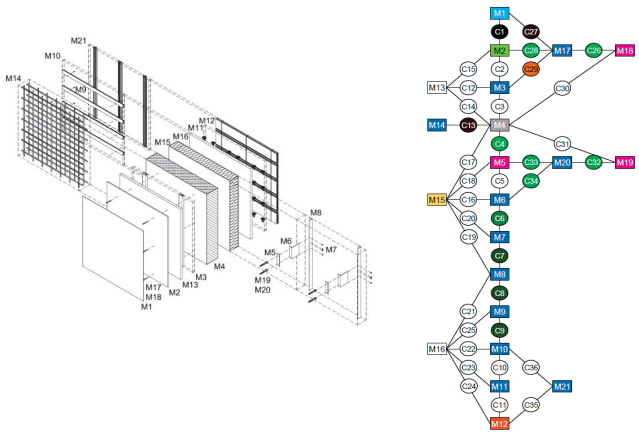
They compile information from the digital product passports of the materials used, as introduced by the amended Construction Products Regulation.

At the same time, a digital building resource passport is only one part of a higher-level building passport.

- Dismantling concept,
- pollutant assessments and
- Other property-specific documents such as the building permit

There is a need for standardised specifications for the structure, content and data interfaces of these passports.

analysis of circularity of designs



Analysis of the circularity of building constructions.
Abbildung nach [Schwede, D.; Störl, E.: Methode zur Analyse der Rezyklierbarkeit von Baukonstruktionen, Bautechnik 94 (2017), Nr. 1, S. 1–9]

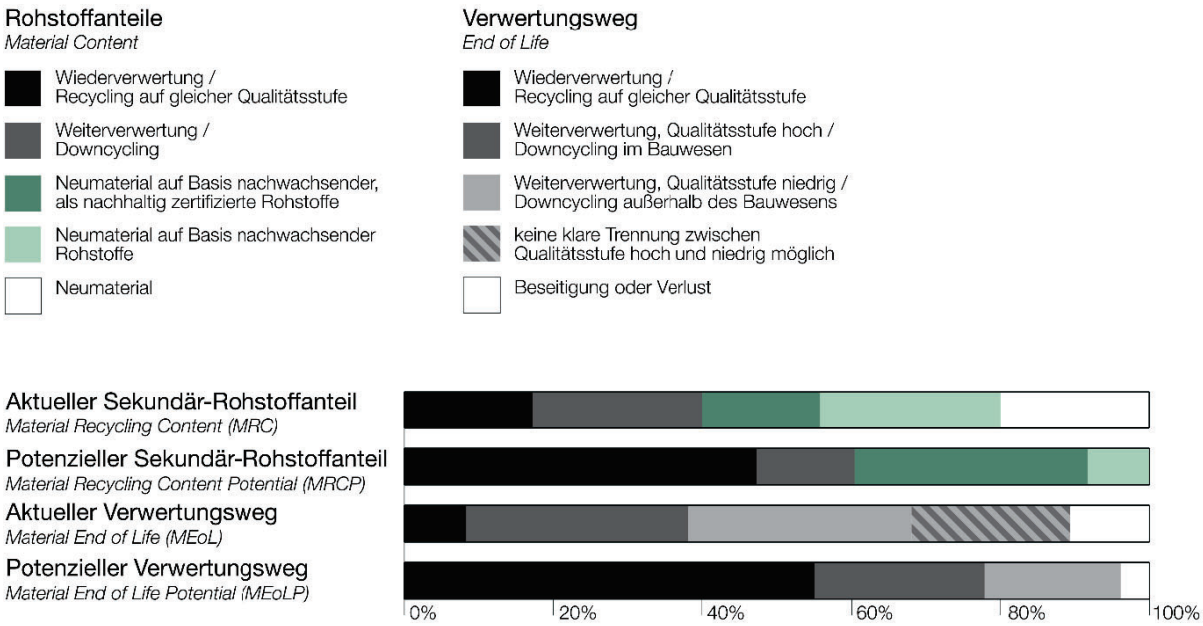
Detailed analysis methods and materials science expertise are urgently needed to support planners in the development of recycling-friendly constructions.

Corresponding analysis methods are to be further developed and integrated into design tools. This requires the systematic updating of databases with information on the solvability of joining techniques and the compatibility of material combinations.

Similar to the ÖKOBAUDAT, these should be provided by the Ministry of Construction and filled with generic data, as well as verified data from manufacturers. The data should be able to be read and evaluated by software tools.

Material Cycle Label for Implementation in Building Resource Passports

KNBau
Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt



Material cycle label to represent the previous material life cycle (product-specific and potentially possible secondary raw material contents) and the further recycling path (currently practiced and potentially possible).
[TEAMhillebrandt: MEoLP möglicher Verwertungsweg, als Ergänzung zu Hillebrandt, A., P. Riegler-Floors, A. Rosen & J.-K. Seggewies (2021): Atlas Recycling: Gebäude als Material-ressource. Edition Detail. Detail Business Information GmbH, München., 2024]

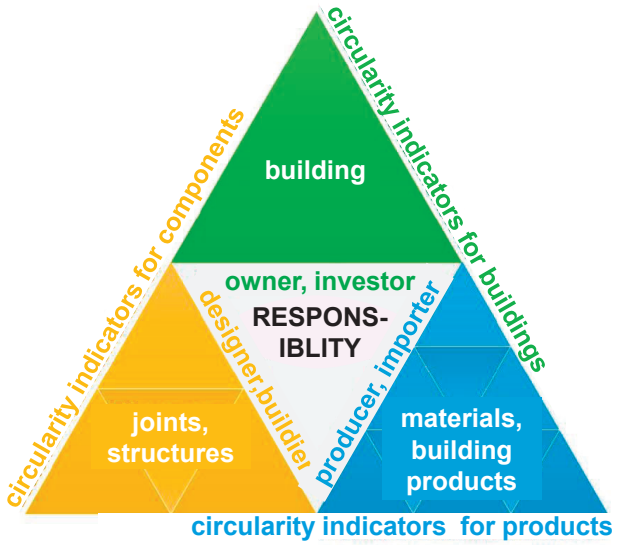
Component catalogues in the dismantling concept and for the assignment of producer responsibility

KNBau
Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt

In the case of a modular design, the dismantling concept can ideally fall back on the object-oriented description in BIM models (building information modeling).

For example, manufacturers of building products and designers of partial constructions can also provide the dismantling concept for their product in BIM-based component catalogs and also define suitable connections to neighboring construction elements with regard to material compatibility, dismantling and separability by type.

The draft of the overall dismantling and subsequent use concept then draws on the dismantling and subsequent use concepts of the construction products used.



Economic-regulatory level: Demanding and promoting the circular economy

KNBau
Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt

Es wird empfohlen

1. to establish definitions relevant to the circular economy on the potential for subsequent use and recycling of building materials and products in a differentiated and binding manner, preferably throughout Europe,
2. to introduce digital building resource passports on a mandatory basis with the mapping of the overall building, component and product circularity indicators,
3. to arrange for the disclosure of recycling-relevant data of all building materials on the market in a "material cycle label", consisting of secondary raw material shares and potentials and recycling path,
4. store product-specific, cycle-relevant data in a publicly accessible database (e.g. ÖKOBAUDAT).
5. to create a German building resource register on the basis of the building resource passports for the planning of outputs from the construction industry.

Empfehlung Prof. Annette Hillebrandt

Preservation of building products and building materials through selective dismantling and obligation to reuse

KNBau
Kommission Nachhaltiges Bauen am Umweltbundesamt

Es wird empfohlen

1. to prescribe selective dismantling as a demolition method nationwide,
2. abolish the blanket classification of demolition material as waste,
3. to offer every intact recovered component or material on the market and, if necessary, subsequently free of charge for an adequate period of time, and
4. that manufacturers have to take back their new products after use in order to ideally refurbish them and bring them back to the market with a renewed warranty

Empfehlung Prof. Annette Hillebrandt

ReBuMat

German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

CONNECT Education Research Innovation

FONA Research for sustainability

Federal Ministry of Education and Research

Recycling Materials in Vietnam: Panel Discussion

Co-creating future solutions: Towards a research and collaboration agenda

Workshop*: How to build trust, convince clients, change minds, collaborate, innovate and transform the building sector?*

Transitioning towards circular construction to advance sustainable development

ReBuMat

German-Vietnamese Collaborative Project on Resource-efficient Construction using Sustainable Building Materials

ReBuMat Symposium
Session 4, Tuesday, 14.05.2024
Hanoi University of Civil Engineering

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK

Prof. Dr. Dirk Schwede (PhD)
Professur für Energie- und Gebäudetechnik

Fachbereich Bauwesen
Technische Hochschule Lübeck
Mönkhofer Weg 239, D-23562 Lübeck
Tel. +49/451/300-5367
www.th-luebeck.de
dirk.schwede@th-luebeck.de