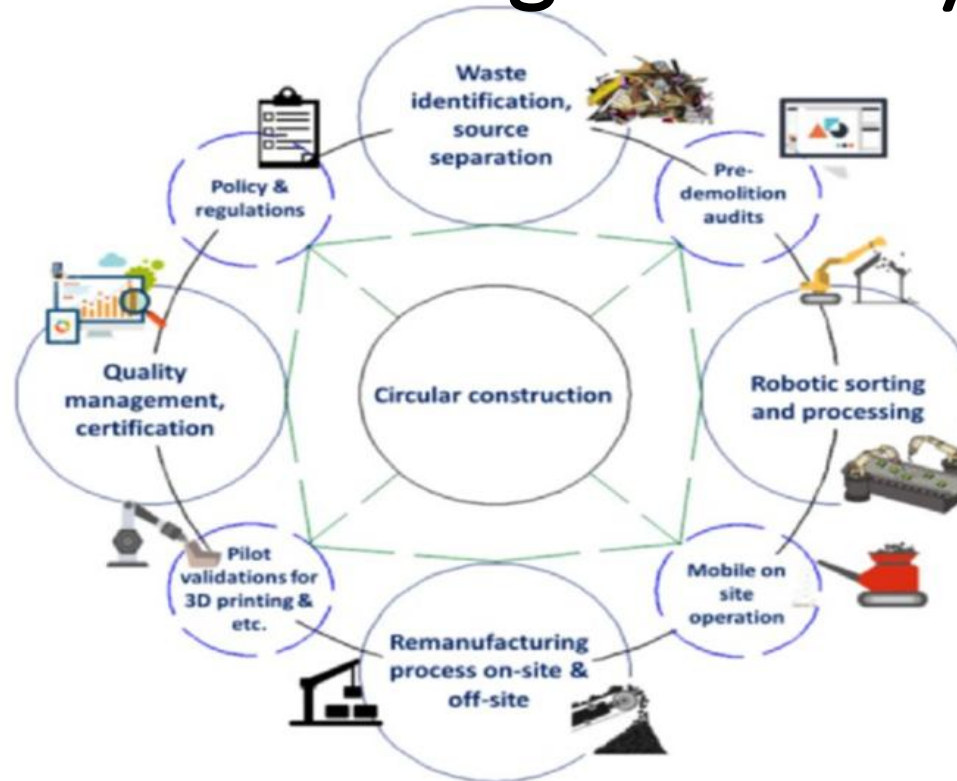
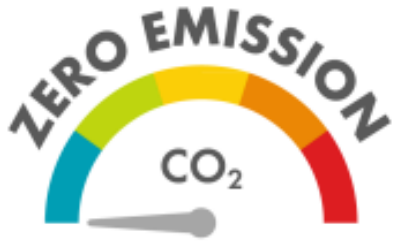


# SUSTAINABLE MATERIALS & “CIRCULAR ECONOMY –ROAD INFRA”

Engineering Excellence :  
We need to Change the Way we Deliver



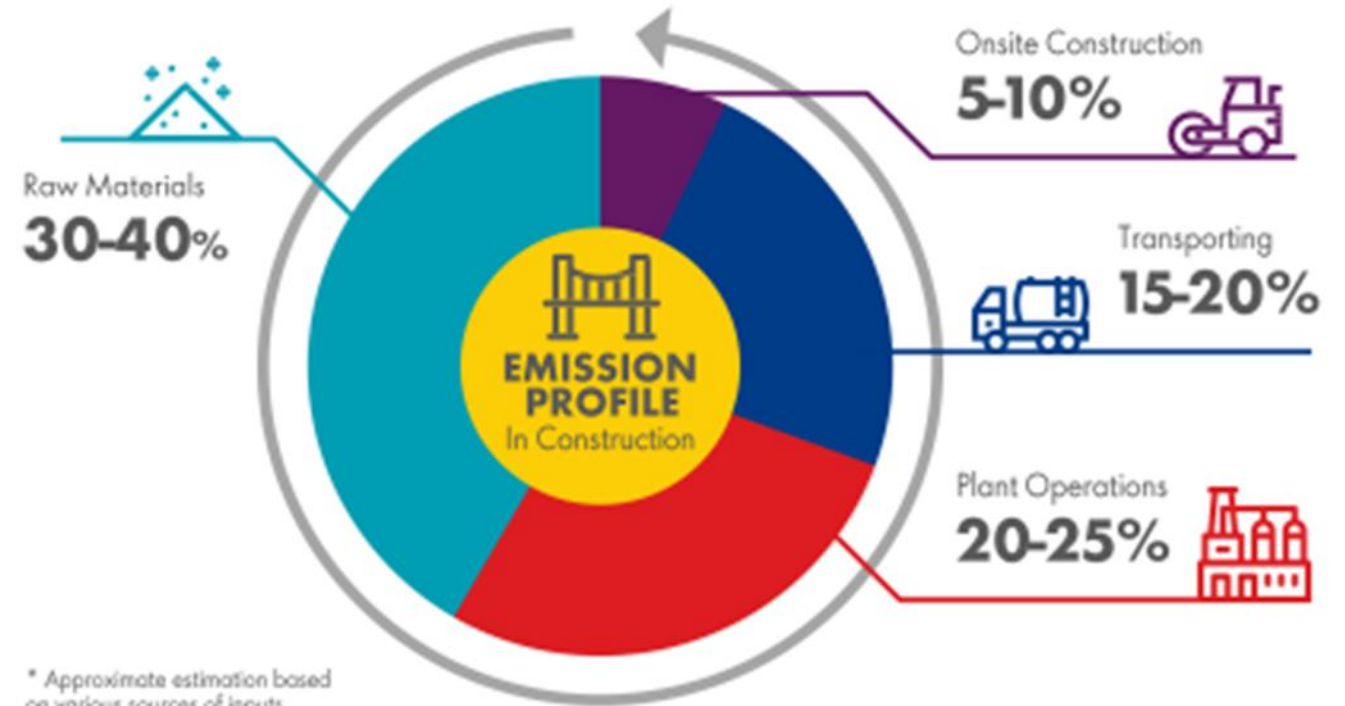
*Dr. Ambika Behl, Sr. Principal Scientist*  
*CSIR-Central Road Research Institute*



# India aims to reach net zero by 2070



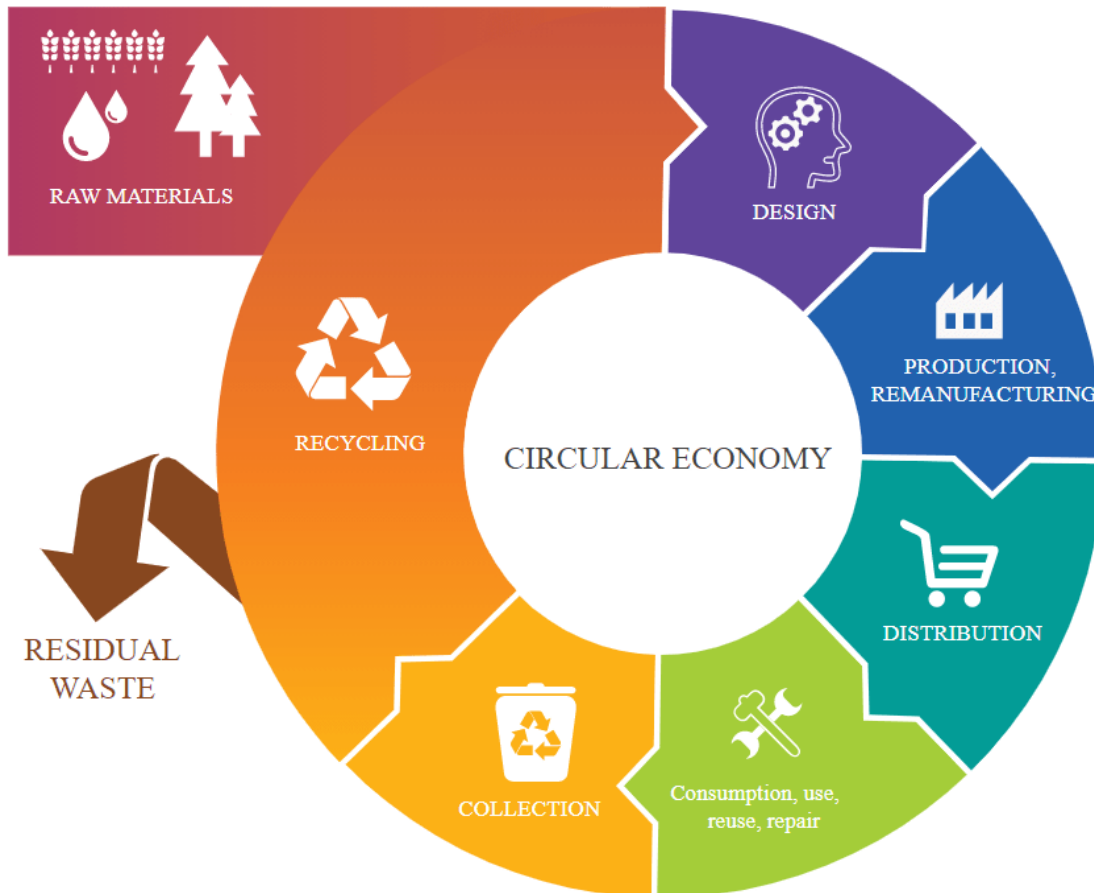
## Net-zero construction requires decarbonisation of...



# CIRCULAR ECONOMY IN CONSTRUCTION

## Introduction

- Traditional road construction = linear model: take → make → use → dispose
- Circular economy = keep materials in use longer, reduce waste, and minimize environmental impacts
- Road construction has huge potential due to high material volumes and frequent rehabilitation

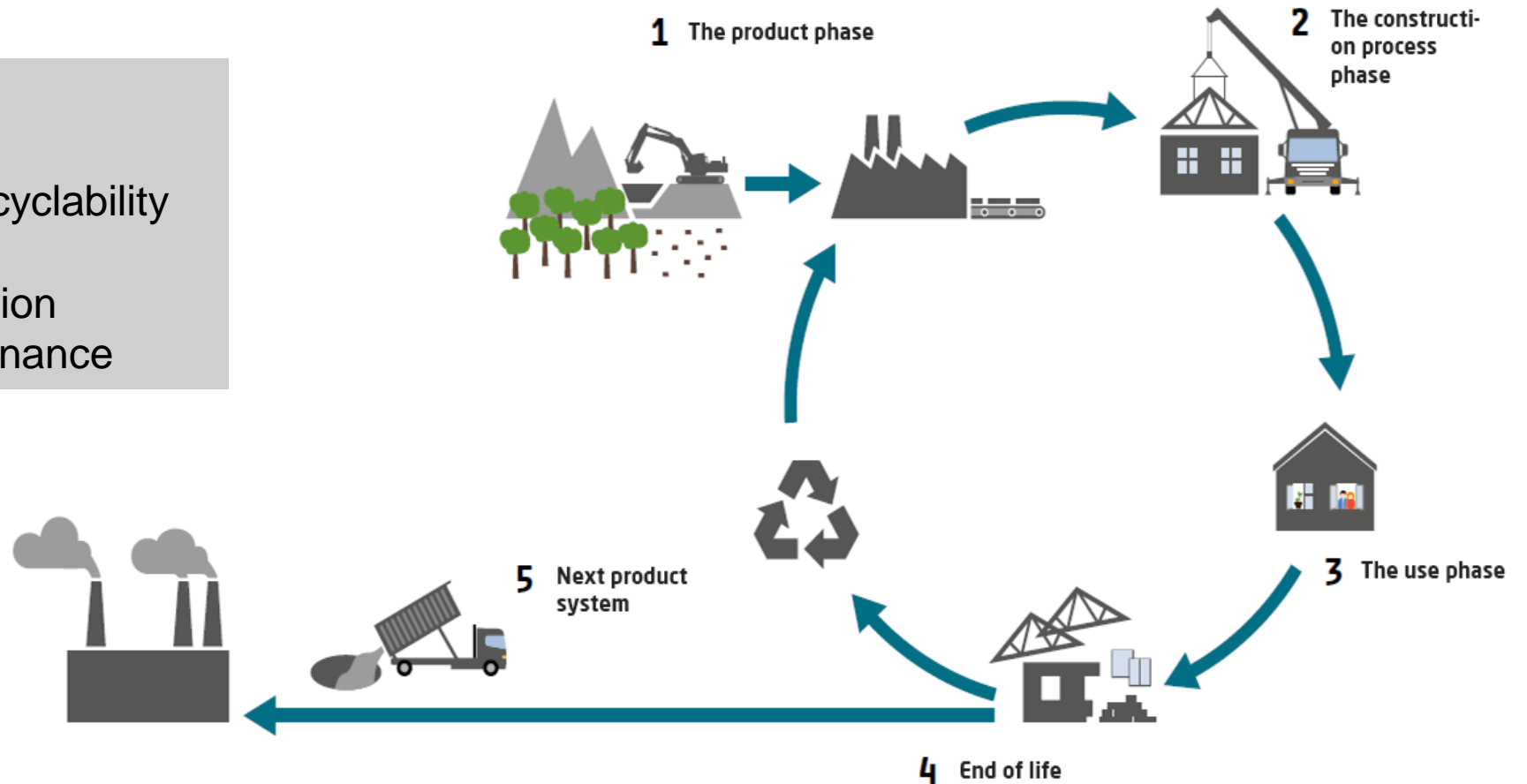


## Why Circular Economy?

- Roads consume large amounts of aggregates, asphalt, energy
- Construction and demolition waste is a major waste stream
- Growing climate and sustainability targets demand resource-efficient solutions
- Circularity reduces lifecycle costs and improves durability

## Key Principles

- Material Reuse & Recycling
- Design for Longevity and Recyclability
- Reduced Virgin Material Use
- Energy and Emission Reduction
- Digitalization & Smart Maintenance



## Circular Processes Across Road Construction

- Life cycle Design → prioritize **recyclability**
- Construction → **minimize waste**, use recycled materials
- Maintenance → in-situ **recycling**, sealing, overlays
- End-of-life → full-depth reclamation and **reprocessing**

## **Material Reuse & Recycling**

Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) in new asphalt mixes

Recycled concrete aggregates (RCA) in base layers

Waste materials:

Plastic-modified bitumen, Rubberized asphalt (tires) Glass, slag, fly ash, bio-binders

On-site recycling (in-place recycling)

## **Reduce Virgin Resource Use**

Substituting natural aggregates with recycled ones

Using industrial by-products (slag, fly ash, silica fume)

Increasing RAP content to 60% revising the standards

Bio-based binders from lignin, algae, or waste oils

## **Digital Tools**

BIM for material tracking and design optimization

Sensors and IoT for condition monitoring

Predictive maintenance reduces waste and premature failures

## **Design for Longevity**

Durable materials → fewer rebuilds

Modular pavement layers for easier rehabilitation

Perpetual pavement designs

Asset management based on lifecycle cost analysis

## **Energy & Emissions Reduction**

Warm Mix Asphalt (WMA) → 20–40% lower emissions

Renewable energy in asphalt plants

Electrified or hybrid machinery

Optimized transportation logistics to cut fuel use

## SUSTAINABLE PAVEMENT CONSTRUCTION PRACTICES

1

- Waste Plastic Roads

2

- Warm Mix Asphalt

3

- Stabilization Technology

4

- Recycling of Pavements

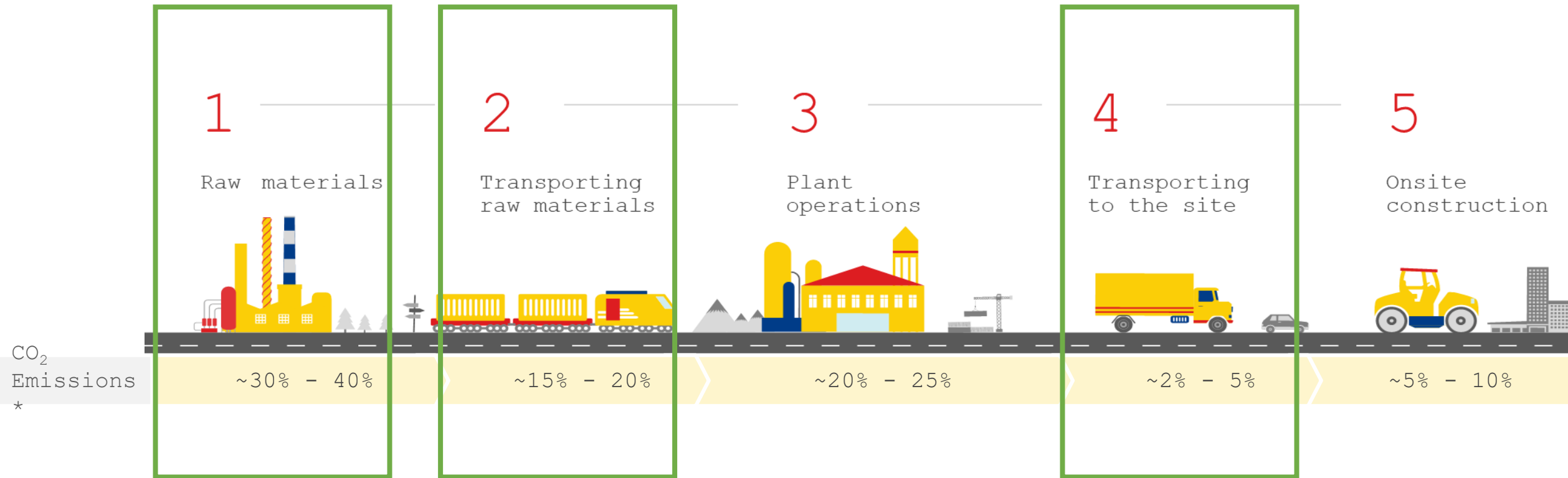
5

- Modified Binders/ Mixes

6

- Use of Marginal/Alternate Materials

# THE C METRICS



USE OF RAP REDUCES CARBON



# 60% RAP SECTION NH-206





# The Green Effect - 60% RAP

Material Savings Per 332.1-ton HMA Mix			
Material consumption /savings		DBM	
		With RAP	Without RAP
Bitumen Used, tonne		7.1	16.6
Aggregate Used, tonne		137.6	314.5
RAP used, tonne		187.4	
Savings in Aggregate, tonne		177.2	
Savings in Bitumen, tonne		9.5	
Emission Savings Per 332.1-ton HMA Mix			
Emission saving		DBM	
		With RAP	Without RAP
Material Embodied Energy, tCO <sub>2</sub> eq	Emission Bitumen, tCO2 eq	3.5	8.1
	Emission Aggregate, tCO2eq	0.8	1.9
	Total, tCO2eq	4.3	10
	Savings, tCO2eq	5.7	
During construction tCO <sub>2</sub> eq	Hot Mix Plant, tC02eq	20.3	22.6
	Savings, tCO2eq	2.3	

**BITUMEN : 57%**

**AGGREGATE : 56%**

**CO<sub>2</sub>: -57%**

**CO<sub>2</sub>: -10%**

USE OF RAP LEADS TO LOW CARBON EMISSIONS:  
CONSTRUCT RESPONSIBLY

NAPA says “A mix with 50 percent RAP can reduce cradle-to-gate (A1-A3) emissions by 29 percent compared to a mix without any RAP.

# THE CARBON FOOTPRINT OF ASPHALT PAVEMENTS

A REFERENCE DOCUMENT  
FOR DECARBONIZATION

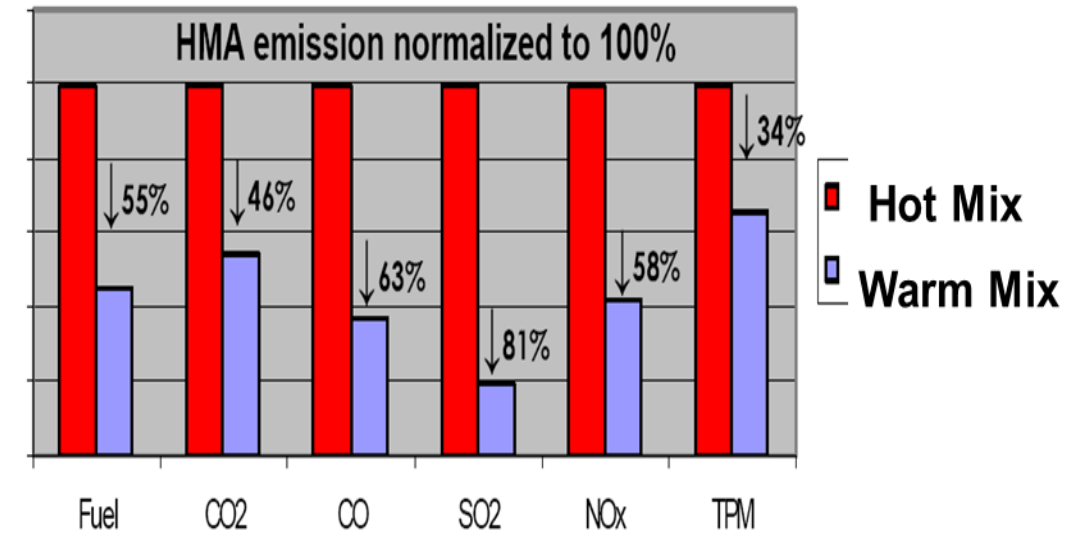
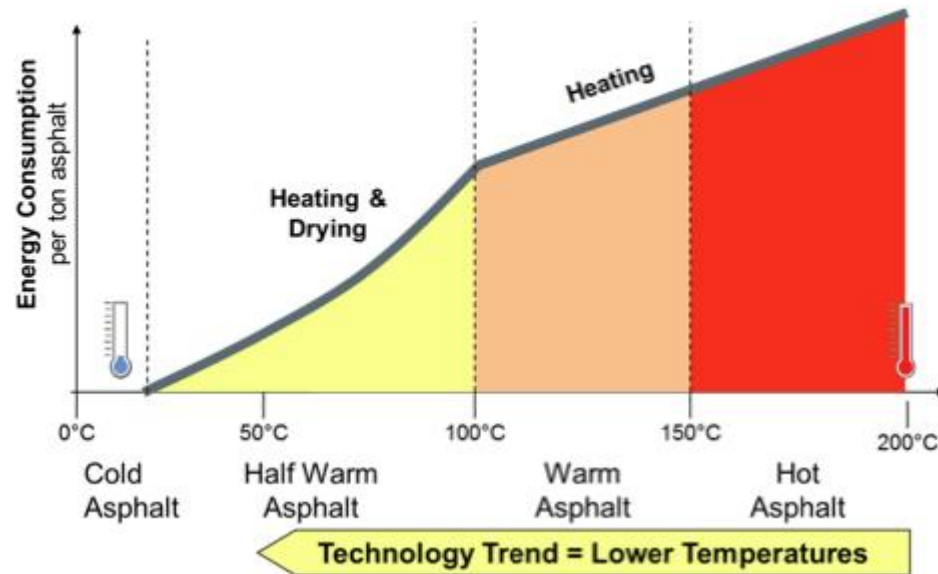
Joseph Shacat  
Richard Willis, Ph.D.  
Ben Ciavola, Ph.D.



# WARM MIX ASPHALT

## WMA

- “...a group of technologies which allow a reduction in the temperatures at which asphalt mixtures are produced and placed.”

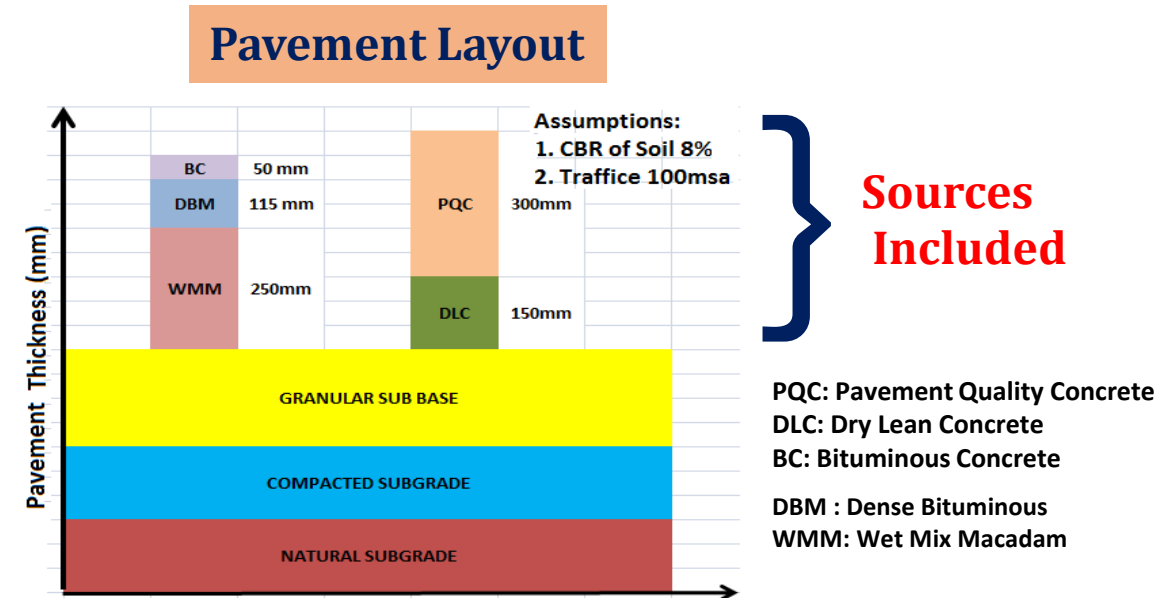


## Warm Mix Asphalt (WMA)

- Fundamentally no different than HMA
- Production Temperature 20-30°C (35-55°F) lower

# Comparison of GHG Emission

Input Material	CO <sub>2</sub> Emitted (in Tonne CO <sub>2</sub> eq)			
	Premix		Seal Coat	
	HMA	CMA	HMA	CMA
Bitumen/Emulsion	40.2	21.4	43.5	18.2
Crushed Aggregate	8.2		2.7	
During Construction	141.5	7.5	141.5	7.5
<b>Total</b>	<b>189.9</b>	<b>37.1</b>	<b>187.7</b>	<b>28.4</b>



WMA		HMA	
Consolidated results:	tCO <sub>2</sub> -eq	Consolidated results:	tCO <sub>2</sub> -eq
Pre-construction	0	Pre-construction	0
On-site impacts	0	On-site impacts	0
Construction materials:	17390.0	Construction materials:	17980.0
Material transport:	9482.8	Material transport:	9482.8
Construction machines:	6.1	Construction machines:	6.1
<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions:</b>	<b>26,878.7</b>	<b>Total CO<sub>2</sub> equivalent emissions:</b>	<b>27,469.1</b>
	<b>0</b>		<b>4</b>

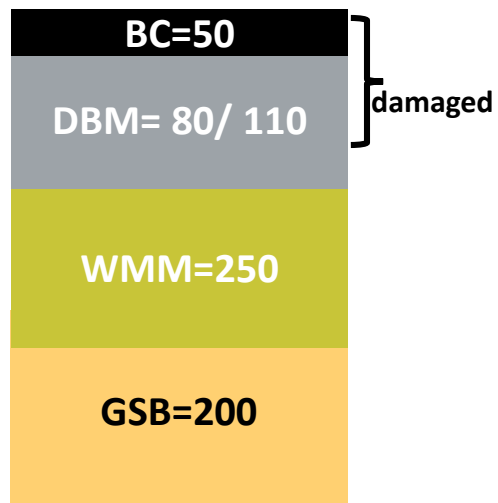
Methods	CO <sub>2</sub> Emitted (in Tonne CO <sub>2</sub> eq)	
	Rigid Pavement	Flexible Pavement
Embodied Energy	1246	95
During construction	6.6	84
Material Transport	46.7	40.7
<b>Total</b>	<b>1299.3</b>	<b>219.7</b>



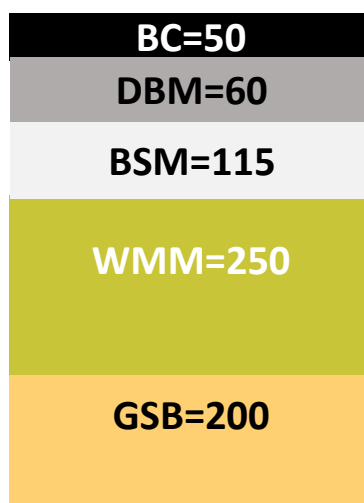
# Cold-in-Place Recycling (CIPR)



Damaged Road



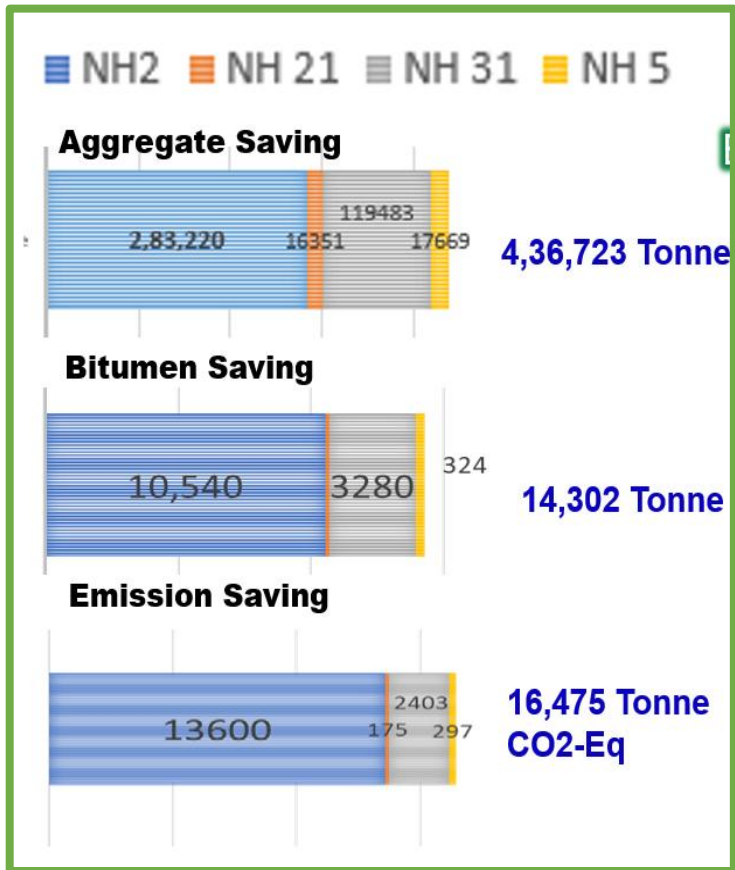
Conventional :  
Mill & Fill



Alternate: CIPR



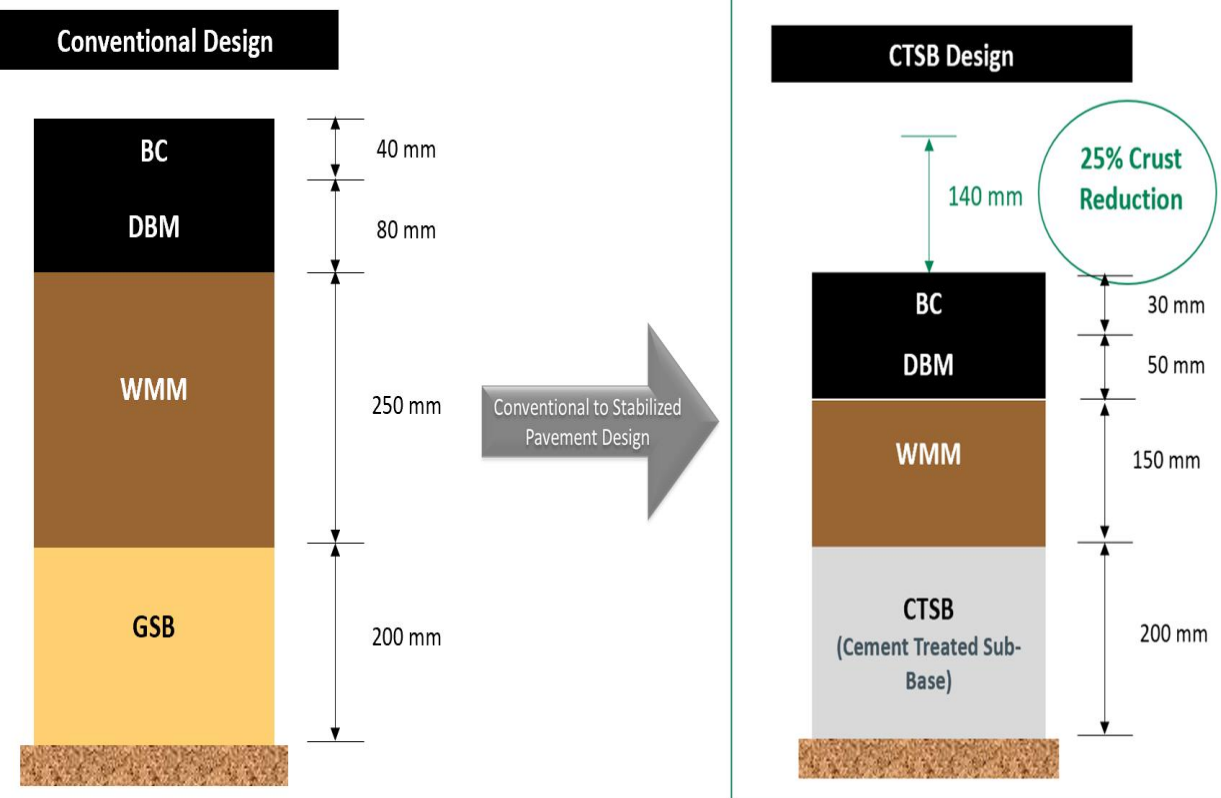
Field Implementation CIPR



Benefits of CIPR



# Optimize Design - Crust Reduction & Aggregate Savings



Traffic	20 msa
CBR	9%

## Reduction in Crust Thickness:

- **WMM** layer reduced by **100 mm** (From 250 to 150 mm)
- **DBM** layer is reduced by **30 mm** (From 80 to 50mm)
- **BC** layer is reduced by **10 mm** (From 40 to 30mm)
- **Volume of Aggregate saved:**

Layer	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Volume (Cu.m)
WMM	53,263	7.24	0.10	38,563 m <sup>3</sup>
DBM	53,263	7.08	0.03	11,313 m <sup>3</sup>
BC	53,263	7	0.01	3729 m <sup>3</sup>

- Approximately **1,18,000 tons** of aggregate saved.
- Corresponding saving of **4000** truck trips and diesel requirement.

# CARBON SMART ROADS



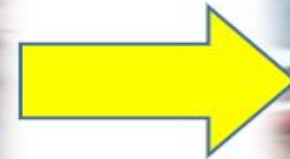
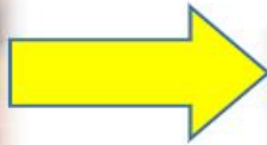
## India's First Road Trial Using Technical Textiles Made from End-of-Life Plastic Launched

In a pioneering step towards sustainable infrastructure, CSIR-Central Road Research Institute (CRRI), in collaboration with Bharat Petroleum Corporation Limited (BPCL) and supported by the National Highways Authority of India (NHAI), launched India's first road trial using technical textiles made from end-of-life waste plastic.





# Development of *Bio-Bitumen* for Sustainable Roads

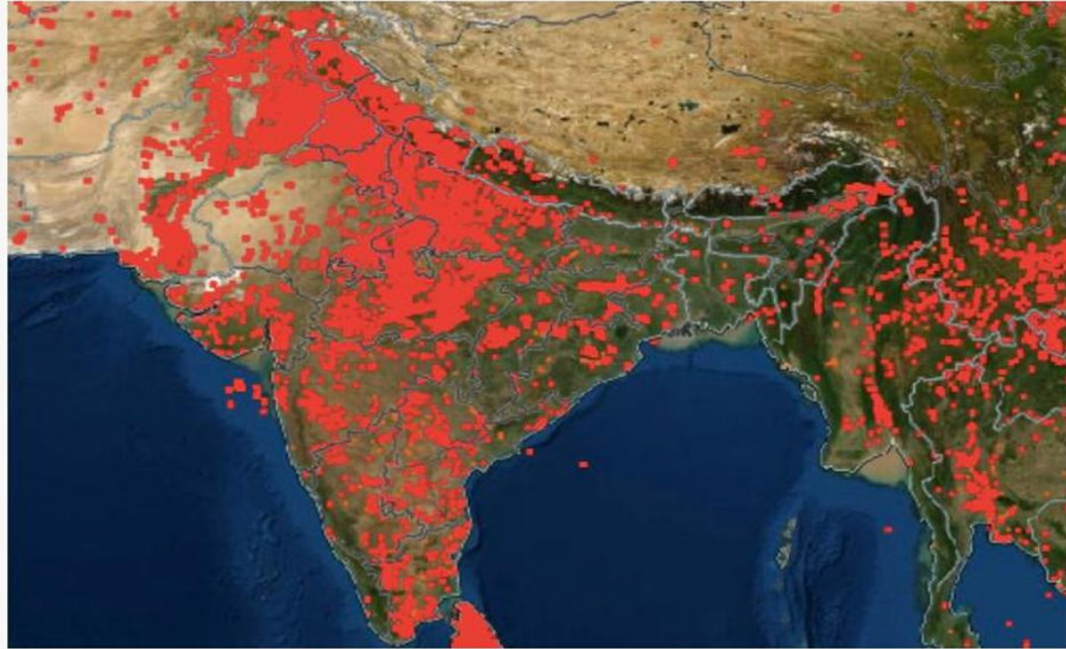




# THE PROBLEM: Bitumen Shortage & Rising Pollution



Crop fire points in India

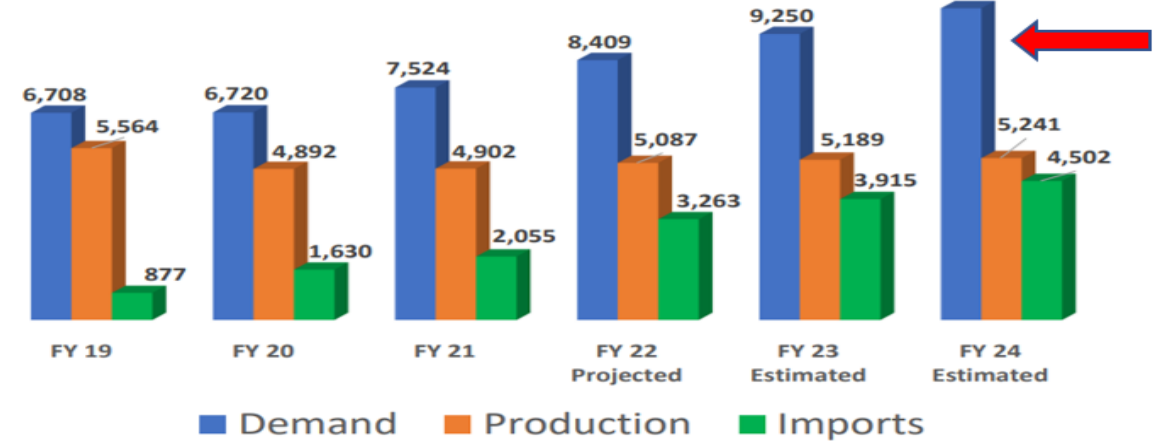


## STAGNANT DOMESTIC PRODUCTION

Bitumen Imports  
~49% of Demand

figures in '000 mt

Increasing Supply  
Gap met by Imports



ESTIMATED ANNUAL IMPORT COST: 25000 CRORES





# THE SOLUTION : BIO-BITUMEN



CSIR-CRRI & IIP developed the process to produce bio-bitumen by doing pyrolysis of rice straw. The produced bio-bitumen was extensively tested by CRRI on all the performance parameters of a National Highway

Up to 30%  
replacement of  
conventional  
Bitumen



**World's First Field Trial of Bituminous  
Surface Layer with Bio-binder produced from  
Rice Straw/ Biomass Pyrolysis**

**Trial stretch on Jorabat to Shillong (Barapani) section of  
NH-6 (Old NH-40)**

**26<sup>th</sup> October 2024**

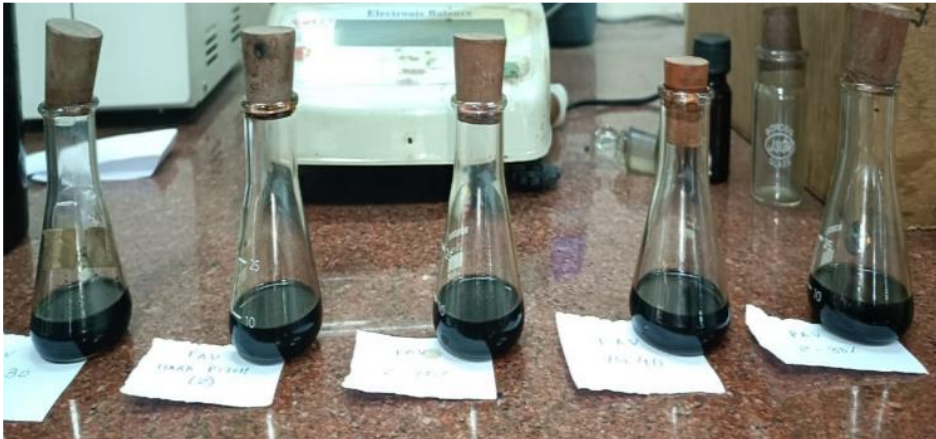
**Technology Patent Filed  
(Application no:202411063553,  
Dt 23/08/2024)**



# Chemical Properties: SARA Analysis

The composition of developed bio-bitumen is made similar as fossil-based bitumen

- SARA Analysis of pure bio-bitumen and petroleum Bitumen are performed.
- The following table indicates the Average weight percentage of Bitumen components present in bio-binder and bitumen samples.



Sample	Saturates,%	Aromatics, %	Resins,%	Asphaltenes, %
VG 40 (conventional petroleum based bitumen)	15.93	31.36	44.34	8.37
Sample	Saturates %	Aromatics %	Resins %	Asphaltenes %
Bio-Bitumen (30% replacement)	14.12	36.47	41.46	7.95

# Bio-Bituminous Mix Evaluation

- Samples Prepared using Marshall Compactor
- BC-I: 5.2% Binder Content
- The coating and strength of bio-bitumen is found similar as conventional bitumen



Aggregates coated with bio-bitumen

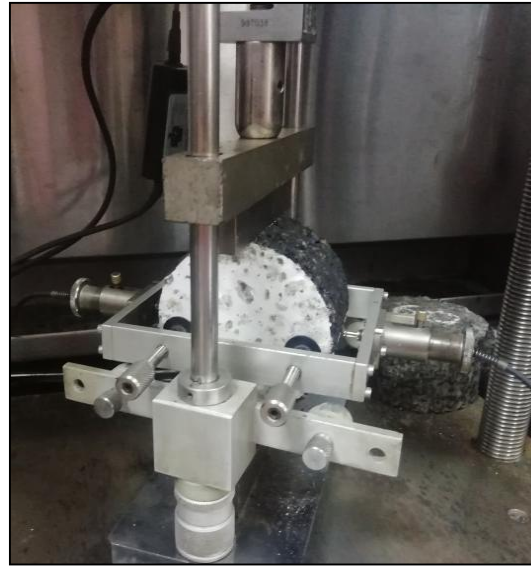




# Performance Evaluation of Bio-Bitumen Mix for strength, durability and moisture resistance parameters



**Strength: ITS Test**



**Design Parameter: Resilient Modulus**



**Rutting: Dynamic Creep**

Type of Mix	Indirect Tensile Strength (kPa)		Tensile Strength Ratio (%)	Resilient Modulus, MPa @ 35 ° C	Permanent Axial Strain, % 50 ° C
	Dry	Wet			
Conventional VG 40	1105	1002	90.7	3350	1.80
Bio-Bitumen ( 30% replacement)	1050	962	91.6	3400	1.79



# End-of-Life Plastic





# Geocells

A geocell is a 3D honeycomb structure made from high-density polyethylene (HDPE) that creates a cellular confinement system to stabilize soil for various civil engineering applications like roads, retaining walls, and erosion control.





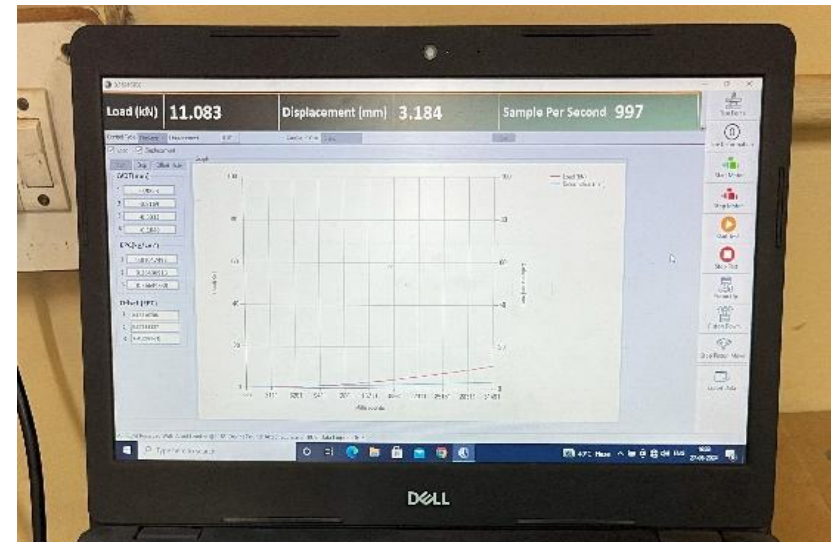
A First of Its Kind - Game Changer Product

# PhoeniX





# Laboratory Performance of PhoeniX





# First Plant Trial – 21/01/2025

- Plant Trial at NH-709A Camp at Kithore Tata Projects Ltd.





## India's First Road Section Constructed using Technical Textile made of End-of-Life Waste Plastic

Technical Textile – Geocell made from End of Life Waste Plastic





# Laying of Phoenix Geo Cell





# Inauguration of Construction of Road Section using Phoenix Geocell





## रेडीमेड सड़कों की जियोसेल तकनीक का होगा पेटेंट, प्लास्टिक निपटान होगा आसान

पै है दुबला • जागरण

नई दिल्ली: अनुपयोगी प्लास्टिक से रेडीमेड सड़कें बनाने के लिए तैयार की गई जियोसेल तकनीक का पेटेंट कराया जाएगा। भारत पेट्रोलियम ने केंद्रीय सड़क अनुसंधान संस्थान (सीआरआरआई) द्वारा इस तकनीक के परीक्षण के बाद पेटेंट के लिए आवेदन किया है। माना जा रहा है कि भारत ही नहीं, पूरे विश्व में भी अभी तक इस तरीके का प्रयोग नहीं हुआ है। इस कार्य में लगे भारत पेट्रोलियम और सीआरआरआई के विज्ञानी इसे बड़ी उपलब्धि मान रहे हैं। उनकी मानें तो प्लास्टिक पूरे विश्व की समस्या है। सब कुछ ठीक-ठाक रहा तो आने वाले समय में भारत दूसरे देशों को भी इस मामले में मदद कर सकेगा। इसी के साथ अनुपयोगी प्लास्टिक से बनाए गए जियोसेल से सड़क बनाने के काम का आश्चम

के पास राष्ट्रीय राजमार्ग प्राधिकरण (एनएचएआई) द्वारा बनाए जा रहे दिल्ली मुंबई एक्सप्रेस-वे के लूप पर शुक्रवार को शुभारंभ किया गया। यहां इसे 100 मीटर में प्रयोग किया जाएगा। सीआरआरआई को महानिदेशक एन. कल्लेसेल्वी ने शुभारंभ करते हुए इस प्रयास की सराहना की, कहा कि अनुपयोगी प्लास्टिक समाज के लिए एक गंभीर चुनौती है। सीआरआरआई और बीपीसीएल (भारत पेट्रोलियम कार्पोरेशन लिमिटेड) का यह सहयोगात्मक प्रयास भविष्य के समाधानों का मार्ग प्रशस्त करने में मदद करेगा।

कहा है कि विश्व के अन्य प्रमुख देशों की तरह भारत में भी अनुपयोगी प्लास्टिक एक बड़ी समस्या है। भारत में प्रति व्यक्ति प्लास्टिक की खपत लगभग 11 किलोग्राम प्रति वर्ष हो गई है और बढ़ते औद्योगिकरण और

- अनुपयोगी प्लास्टिक निस्तारण के मामले में दुनिया भर की भारत कर सकता है मजद
- विशेषज्ञ भारत ही नहीं दुनिया भर में मान रहे हैं इस तरह का फहला प्रयोग

### ये है जियोसेल तकनीक

जियोसेल एक परत है जिससे 9-9 इंच लंबाई, चौड़ाई और ऊंचाई के वाक्स बनाए जाते हैं, इसमें सड़क बनाने की कोलतार मिक्स सामग्री भरी जाती है। 100 मीटर सड़क बनाने के लिए करीब 30 टन तक अनुपयोगी प्लास्टिक का उपयोग हो सकता है।

उपभोक्तावाद के साथ इस संख्या के और बढ़ने की डम्मीद है। विभिन्न अध्ययनों में यह बात सामने आ चुकी है कि भारत भर में हर साल 58 लाख टन प्लास्टिक



सराव काले खा के समीप लूप में एक डीएनडी-फरीदाबाद- केएमपी एक्सप्रेसवे पर अनुपयोगी प्लास्टिक से बने जियोसेल • जागरण

कचरा खुलेआम जलाया जाता है। यह प्रथा न केवल वायु प्रदूषण में योगदान देती है, बल्कि हानिकारक प्रदूषक भी छोड़ती है, जिससे स्थानीय लोगों का स्वास्थ्य प्रभावित

होता है और जलवायु परिवर्तन की समस्या और भी गंभीर हो जाती है। कुल प्लास्टिक कचरे का अनुमानित 30% अनियंत्रित लैंडफिल में फेंका जा रहा है। भारत पेट्रोलियम

कार्पोरेशन के मुख्य महाप्रबंधक डा रवि कुमार की कहते हैं कि जियोसेल की परत का प्रयोग होने से अनुपयोगी प्लास्टिक भी उपयोगी हो जाएगी। अनुपयोगी प्लास्टिक से जियोसेल की परत और प्लास्टिक शीट तैयार करने से खर्च में कम से कम 25 प्रतिशत की बचत होगी। मगर इसके और कई बड़े फायदे भी हैं। भारत पेट्रोलियम के मुख्य प्रबंधक डा महेशा कस्तुरे कहते हैं कि लैंडफिल पर फेंका गया प्लास्टिक जिसे रीसाइकिल नहीं किया जा सकता है, कूड़ा बोनने वाले उसे छोड़ देते हैं और लैंडफिल पर इसका ढेर लग जाता है, इस प्रयोग के बाद यह ढेर नहीं मिलेगा।

परियोजना पर काम कर रहे सीआरआरआई के वरिष्ठ प्रधान विज्ञानी डा गगनदीप ने बताया कि शुक्रवार को जियोसेल से जिस भाग पर काम का उद्घाटन किया गया है, मौसम ठीक होने पर जल्द ही

इस काम को शुरू किया जाएगा। उन्होंने कहा कि इस तरह का यह पहला प्रयोग है, माना जा रहा है कि यह सड़क सामान्य ढल से दो गुनी ढल से भी अधिक चल सकेगी। सीआरआरआई की वरिष्ठ प्रधान विज्ञानी डा अंबिका बहल ने कहा कि अनुपयोगी प्लास्टिक के जलाप जाने से होने वाला प्रदूषण रुकना, लोगों के रोजगार के मार्ग खुलने, सड़कें मजबूत होंगी और अनुपयोगी प्लास्टिक की समस्या समाप्त होगी। उन्होंने कहा कि भारत सरकार ने इस बारे में रिपोर्ट मांगी है, सभी कुछ ठीक ठाक रहा तो एक साल के अंदर इस पर काम शुरू हो जाएगा।

भारत पेट्रोलियम के अधिकारी ने पेटेंट के आवेदन की पुष्टि की है। सीआरआरआई के निदेशक प्रो मनोरंजन परिदा ने इसे सीआरआरआई और बीपीसीएल का श्रेष्ठ प्रयास बताया है।

## India's First Road Trial Using Technical Textiles Made from End-of-Life Plastic Launched

In a pioneering step towards sustainable infrastructure, CSIR-Central Road Research Institute (CRRI), in collaboration with Bharat Petroleum Corporation Limited (BPCL) and supported by the National Highways Authority of India (NHAI), launched India's first road trial using technical textiles made from end-of-life waste plastic.

come to n... user login confused over fish... Chemical activation... Contact Deslenders and nesy... GEOSTYMERICS IN... intera

**THE ECONOMIC TIMES** Industry  
English Edition • Today's ePaper  
My Watchlist | Subscribe | Sign  
Freedom Offer: 50% OFF!

Home ETPrime Markets Market Data AI Masterclass • News Industry SME Politics Wealth MF Tech AI Careers Opinion NRI Panache  
Auto • Banking/Finance • Cons. Products • Energy • Renewables • Ind'l Goods/Svs • Healthcare/Biotech • Services • Media/Entertainment • More •

Business News • Industry • Transportation • Roadways • India launches first field trial using waste plastic geocells to build roads in difficult terrains

## India launches first field trial using waste plastic geocells to build roads in difficult terrains

ET Online • Last Updated: Jul 13, 2025, 02:08:00 PM IST

**Synopsis**  
The Central Road Research Institute and BPCL have innovated Geocells, crafted from end-of-life plastic, for road construction in challenging terrains. These three-dimensional modules, filled with soil or debris, are set for field trials with the Military Engineering Services.



In a new initiative to tackle **end-of-life plastic** waste, the **Central Road Research Institute (CRRI)** and **Bharat Petroleum Corporation Limited (BPCL)** have developed Geocells—three-dimensional block-shaped



Edition IN English Faridabad 33°C

**THE TIMES OF INDIA** Subscribe

City Delhi Mumbai Bengaluru Hyderabad Kolkata Chennai Agra Agartala Ahmedabad Ajmer Amaravati

Photos Weather

News / City News / Delhi News / Waste To Wonder: India's First Road Trial With Plastic Used For ...

Trending Himachal Pradesh rain Delhi weather Anil Pawar raid Samrat Choudhary Wankhede Stadium Pune

## Waste to wonder: India's first road trial with plastic used for construction; Military and NHAI to test for load-bearing efficiency

Kushagra Dixit / TNN / Updated: Jul 13, 2025, 10:12 IST

Share Print AA Follow Us



# WHAT IS REQUIRED FOR INDIA TO MARCH TOWARDS CIRCULAR ECONOMY IN ROAD CONSTRUCTION



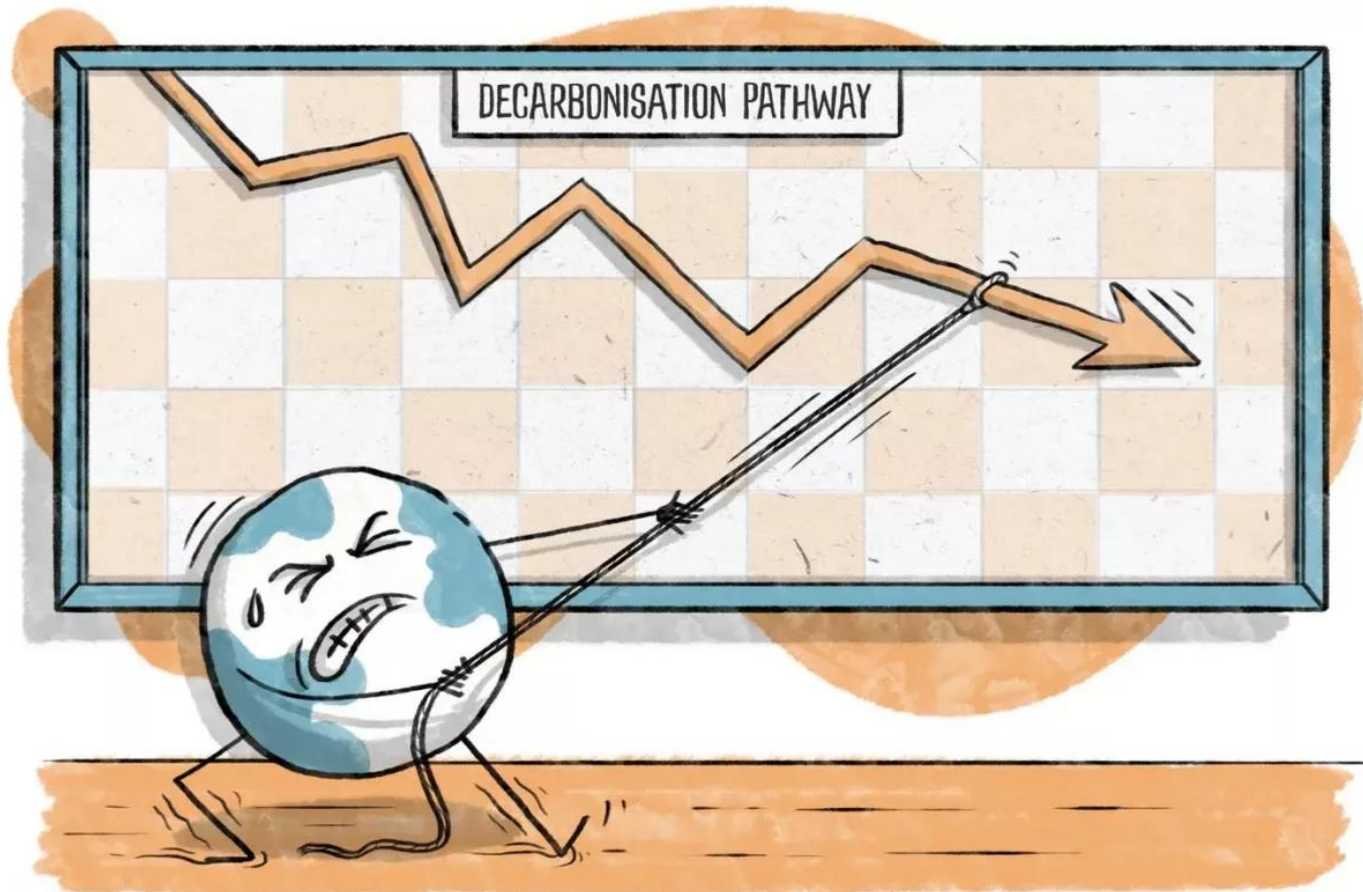
WHERE WE ARE?  
WHAT WE HAVE?

WHAT WE DON'T HAVE?





# Build Sustainably



# Thank you

