

عنوان البحث

Comparison of Cement Bound Granular Material (CBGM)

Application Using Paver and Grader Machines

(Efficiency, Quality, and Cost Analysis)

إعداد الطالب/عبدالعزیز دياب سكیک

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید

د. فایز جرادی

العام الدراسي:

2024

Table of Contents

1. Introduction	3	1. المقدمة	3
2. Study Problem	5	2. مشكلة الدراسة	5
3. Significance of the Study	5	3. أهمية الدراسة	5
4. Objectives of the Study.....	6	4. أهداف الدراسة	6
5. Research Questions	6	5. أسئلة البحث	6
6. Hypotheses	7	6. الفرضيات	7
7. Literature Review.....	7	7. مراجعة الأدبيات	7
8. Theoretical Foundations	8	8. الأسس النظرية	8
9. Methodology.....	8	9. منهجية البحث	8
10. Research Tools.....	9	10. أدوات البحث	9
11. Study Limitations	9	11. قيود الدراسة	9
12. References.....	10	12. المراجع	10

1. المقدمة

1. Introduction

Cement Bound Granular Material (CBGM) is a type of Hydraulically Bound Material (HBM) widely used in construction projects that require ground stabilization and durability under heavy loads. Composed of aggregates bound by cement, CBGM is valued for its rapid strength development and high load-bearing capacity, making it a critical component in pavement construction. In particular, CBGM has been successfully utilized in various infrastructure projects across Saudi Arabia, where it plays an essential role in heavy-duty pavements, such as those found in seaports and airports. These applications demand materials that can withstand substantial loads from equipment, vehicles, and aircraft, along with environmental stresses, such as high temperatures and humidity levels prevalent in the region. The significance of CBGM in such demanding environments lies in its resilience and compliance with rigorous standards, such as those defined in BS EN 14227-1:2013. This standard specifies essential requirements for cement-bound mixtures, ensuring quality, durability, and consistency in construction applications. Quick hydraulic materials like CBGM achieve two-thirds of their strength within seven days, making them ideal for projects where both speed and strength are priorities. Saudi Arabia's adoption of CBGM aligns with global best practices for constructing durable, high-performance pavements that reduce maintenance

المواد الحبيبية المرتبطة بالإسمنت (CBGM) هي نوع من المواد المرتبطة هيدروليكيًا (HBM) التي تُستخدم على نطاق واسع في مشاريع البناء التي تتطلب تثبيت الأرض وتحمل الأحمال الثقيلة. تتكون من الركام المرتبط بالإسمنت، وتُقدر CBGM بسبب سرعة تطور قوتها وقدرتها العالية على تحمل الأحمال، مما يجعلها عنصرًا حيويًا في بناء الأرصفة. على وجه الخصوص، تم استخدام CBGM بنجاح في العديد من مشاريع البنية التحتية عبر المملكة العربية السعودية، حيث تلعب دورًا أساسيًا في الأرصفة الثقيلة، مثل تلك الموجودة في الموانئ البحرية والمطارات. تتطلب هذه التطبيقات مواد يمكنها تحمل الأحمال الكبيرة الناتجة عن المعدات والمركبات والطائرات، بالإضافة إلى الضغوط البيئية مثل درجات الحرارة العالية ومستويات الرطوبة المنتشرة في المنطقة.

تكمُن أهمية CBGM في هذه البيئات المتطلبة في مرونتها وامتثالها للمعايير الصارمة، مثل تلك المحددة في معيار BS EN 14227-1:2013. يحدد هذا المعيار المتطلبات الأساسية للخلائط المرتبطة بالإسمنت، مما يضمن الجودة والديمومة والاتساق في تطبيقات البناء. المواد الهيدروليكية السريعة مثل CBGM تحقق ثلثي قوتها في غضون سبعة أيام، مما يجعلها مثالية للمشاريع التي تكون فيها السرعة والقوة أمرين ذوي أولوية. يتماشى اعتماد المملكة العربية السعودية على CBGM مع أفضل الممارسات

costs and extend the lifespan of critical infrastructure.

CBGM can be applied using different methods, primarily through pavers and graders, each offering distinct advantages and challenges. The choice between these application methods influences not only the speed and cost of the construction process but also the final quality and durability of the pavement surface. This study aims to investigate these two application methods to determine the optimal approach for specific project requirements, balancing time efficiency, cost-effectiveness, and adherence to quality standards.

The findings from this study will be valuable for construction professionals in Saudi Arabia and other regions with similar infrastructure needs, providing data-driven insights into CBGM application best practices. Additionally, the research will explore the environmental and economic benefits associated with using CBGM, including its potential for incorporating recycled materials and contributing to sustainability goals. Through this comparison, the study seeks to recommend an application method that enhances CBGM's performance while supporting the development of resilient, cost-effective infrastructure.

العالمية في بناء الأرصفة ذات الأداء العالي والمتانة، مما يقلل من تكاليف الصيانة ويطيل من عمر البنية التحتية الحيوية .

يمكن تطبيق CBGM باستخدام طرق مختلفة، وتتمثل الطرق الرئيسية في آلات الرصف والمجارف، كل منها له مزايا وتحديات مميزة. يؤثر الاختيار بين هذه الطرق ليس فقط على سرعة وتكلفة عملية البناء، ولكن أيضاً على الجودة النهائية ودوام سطح الرصيف. تهدف هذه الدراسة إلى التحقيق في هاتين الطريقتين لتحديد الأسلوب الأمثل وفقاً لمتطلبات المشروع المحددة، مع تحقيق التوازن بين كفاءة الوقت والتكلفة، والامتثال للمعايير الجودة .

ستكون نتائج هذه الدراسة مفيدة للمهنيين في مجال البناء في المملكة العربية السعودية وفي مناطق أخرى ذات احتياجات بنية تحتية مشابهة، حيث توفر رؤى مبنية على البيانات حول أفضل ممارسات تطبيق CBGM. بالإضافة إلى ذلك، ستستكشف الدراسة

الفوائد البيئية والاقتصادية المرتبطة باستخدام CBGM، بما في ذلك إمكانيات إدماج المواد المعاد تدويرها والمساهمة في أهداف الاستدامة. من خلال هذه المقارنة، تهدف الدراسة إلى توصية بأسلوب تطبيق يعزز أداء CBGM ، ويعزز تطوير بنية تحتية مرنة وفعالة من حيث التكلفة .

2. مشكلة الدراسة

2. Study Problem

Problem Definition: The challenge lies in selecting an efficient and cost-effective method to apply CBGM while maintaining high quality and durability as specified by BS EN 14227-1. Each method—paver and grader—has unique operational benefits and limitations.

Comparative Gap: Although standards like BS EN 14227-1 provide detailed guidelines on material specifications, there is limited comparative analysis on how the application method affects the final performance, cost, and environmental benefits.

تعريف المشكلة: تكمن التحدي في اختيار طريقة فعالة من حيث التكلفة لتطبيق CBGM مع الحفاظ على الجودة العالية والديمومة وفقًا لما هو محدد في BS EN 14227-1. كل طريقة—آلة الرصف والجرافة—لها فوائد وقيود تشغيلية مميزة .

فجوة مقارنة: رغم أن المعايير مثل BS EN 14227-1 تقدم إرشادات مفصلة حول مواصفات المواد، إلا أنه توجد تحليلات مقارنة محدودة حول كيفية تأثير طريقة التطبيق على الأداء النهائي والتكلفة والفوائد البيئية .

3. أهمية الدراسة

3. Significance of the Study

Highlight the study's potential impact on construction practices, particularly in optimizing time, cost, and quality in CBGM applications. Emphasize that adopting the right method can result in more sustainable, durable, and cost-effective construction, aligning with green procurement targets through the use of recycled materials as suggested in the Allasso allpave™ document.

تسليط الضوء على التأثير المحتمل للدراسة على ممارسات البناء، لا سيما في تحسين الوقت والتكلفة والجودة في تطبيقات CBGM. التأكيد على أن اعتماد الطريقة الصحيحة يمكن أن يؤدي إلى بناء أكثر استدامة، وديمومة، وفعالية من حيث التكلفة، بما يتماشى مع أهداف الشراء الأخضر من خلال استخدام المواد المعاد تدويرها كما ورد في وثيقة Allasso allpave™.

4. Objectives of the Study

Primary Objective: To compare CBGM application using a paver versus a grader, focusing on adherence to quality standards, time efficiency, surface quality, and cost.

Secondary Objectives:

Evaluate each method's operational benefits and challenges, referencing BS EN 14227-1 requirements for material consistency and compaction.

Assess the environmental and cost benefits, including potential CO₂ reductions when using recycled aggregates as suggested by Allasso allpave™.

Recommend optimal application methods based on site-specific requirements, balancing regulatory standards and project conditions.

5. Research Questions

How do the time, quality, and cost differ between CBGM applications by paver and grader?

What are the impacts of each method on surface quality, smoothness, and adherence to the grading standards outlined in BS EN 14227-1?

Which method is more suitable across different ground conditions, considering Allasso's emphasis on recycling and environmental impacts?

Are there observable differences in the long-term durability and performance of CBGM layers applied by each method?

4. أهداف الدراسة

الهدف الرئيسي: مقارنة تطبيق CBGM باستخدام آلة الرصف مقابل الجرافة، مع التركيز على الالتزام بمعايير الجودة، وكفاءة الوقت، وجودة السطح، والتكلفة.

الأهداف الثانوية :

تقييم فوائد وتحديات كل طريقة من حيث التشغيل، مع الإشارة إلى متطلبات BS EN 14227-1 لضمان اتساق المواد والضغط.

تقييم الفوائد البيئية والتكلفة، بما في ذلك توفير المحتمل في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عند استخدام الركام المعاد تدويره كما هو مقترح من قبل Allasso allpave™.

التوصية بأفضل طرق التطبيق بناءً على متطلبات الموقع الخاصة، مع تحقيق التوازن بين المعايير التنظيمية وظروف المشروع.

5. أسئلة البحث

كيف تختلف الوقت والجودة والتكلفة بين تطبيق CBGM باستخدام آلة الرصف والجرافة؟

ما هي تأثيرات كل طريقة على جودة السطح، ونعومته، والامتثال لمعايير التصنيف المحددة في BS EN 14227-1؟

أي من الطريقتين أكثر ملاءمة للظروف الأرضية المختلفة، مع الأخذ في الاعتبار تركيز Allasso على إعادة التدوير وتأثيراتها البيئية؟

هل هناك فروقات ملحوظة في الديمومة والأداء على المدى الطويل لطبقات CBGM المطبقة بواسطة كل طريقة؟

6.الفرضيات

6. Hypotheses

Hypothesis 1: Paver application achieves a higher surface quality and smoother finish, meeting or exceeding compaction and smoothness standards in BS EN 14227-1.

Hypothesis 2: The grader method is more time- and cost-efficient due to faster application rates and lower equipment costs, though additional finishing may be required.

Hypothesis 3: Long-term durability of CBGM layers does not significantly differ between paver and grader applications when both meet minimum strength and compaction specifications.

الفرضية 1: تطبيق آلة الرصف يحقق جودة سطح أعلى وتشطيبات أكثر سلاسة، مما يتوافق أو يتجاوز معايير الضغط والنعومة في BS EN 14227-1.

الفرضية 2: طريقة الجرافة أكثر كفاءة من حيث الوقت والتكلفة بسبب معدلات التطبيق الأسرع وتكاليف المعدات الأقل، رغم أنه قد يتطلب تشطيبًا إضافيًا .

الفرضية 3: لا يختلف بشكل كبير ديمومة طبقات CBGM على المدى الطويل بين تطبيقات آلة الرصف والجرافة عندما تلتزم كل منهما بمواصفات القوة والضغط الدنيا .

7.مراجعة الأدبيات

7. Literature Review

Review CBGM and HBM, focusing on properties, environmental benefits, and applications as outlined in Allasso allpave™ documentation.

Summarize construction standards relevant to CBGM, specifically BS EN 14227-1, which specifies requirements for material properties, compaction, and performance classifications.

Compare previous studies on construction methods for similar materials, including efficiency, durability, and environmental impact.

استعراض CBGM و HBM ، مع التركيز على الخصائص والفوائد البيئية والتطبيقات كما هو موضح في وثائق Allasso allpave™.

تلخيص معايير البناء المتعلقة بـ CBGM ، وتحديدًا BS EN 14227-1، الذي يحدد متطلبات خصائص المواد، والضغط، وتصنيفات الأداء .

مقارنة الدراسات السابقة حول طرق البناء للمواد المماثلة، بما في ذلك الكفاءة والديمومة وتأثيراتها البيئية .

8. Theoretical Foundations

8. الأسس النظرية

Discuss the principles of CBGM application, highlighting the need for compliance with standards on compaction, water content, and layer quality as specified in BS EN 14227-1.

Provide an overview of equipment mechanics for pavers and graders, emphasizing how these machines influence layer thickness, surface quality, and compaction.

مناقشة مبادئ تطبيق CBGM ، مع تسليط الضوء على ضرورة الامتثال للمعايير المتعلقة بالضغط، ومحتوى الماء، وجودة الطبقات كما هو موضح في BS EN 14227-1.

تقديم نظرة عامة على ميكانيكا المعدات لآلات الرصف والمجارف، مع التركيز على كيفية تأثير هذه الآلات على سمك الطبقات وجودة السطح وضغطها .

9. Methodology

9. منهجية البحث

Study Design: A comparative analysis based on field data from projects where CBGM was applied using both paver and grader methods.

Sample Selection: Projects will be selected based on their adherence to BS EN 14227-1 standards, ensuring consistency in CBGM formulation.

Data Collection:

Quantitative data on time, costs, and material consumption for each method.

Qualitative data on surface smoothness, slope accuracy, and compaction.

Data Analysis: Conduct a comparative analysis with reference to BS EN 14227-1 performance standards, testing each hypothesis.

تصميم الدراسة: تحليل مقارنة بناءً على بيانات ميدانية من مشاريع تم فيها تطبيق CBGM باستخدام كل من طرق آلة الرصف والجرافة .

اختيار العينة: سيتم اختيار المشاريع بناءً على التزامها بمعايير BS EN 14227-1 ، مما يضمن اتساق تركيب CBGM.

جمع البيانات :

جمع البيانات الكمية حول الوقت والتكاليف واستهلاك المواد لكل طريقة .

جمع البيانات النوعية حول نعومة السطح، ودقة المنحدرات، والضغط .

تحليل البيانات: إجراء تحليل مقارنة مع الإشارة إلى معايير أداء BS EN 14227-1 ، واختبار كل فرضية .

10. Research Tools

10. أدوات البحث

Equipment: Tools for measuring layer thickness, surface quality, compaction, and slope accuracy, in line with standards set by BS EN 14227-1.

Software: Statistical analysis software for assessing quantitative and qualitative data from case studies.

Documentation Tools: Field notes, photographs, and site data logs to ensure accurate record-keeping and analysis.

المعدات: أدوات قياس سمك الطبقة، وجودة السطح، والضغط، ودقة المنحدر، وفقًا للمعايير التي حددها BS EN 14227-1.

البرمجيات: برامج التحليل الإحصائي لتقييم البيانات الكمية والنوعية من دراسات الحالة .

أدوات التوثيق: ملاحظات ميدانية، صور فوتوغرافية، وسجلات بيانات الموقع لضمان توثيق دقيق وتحليل النتائج .

11. Study Limitations

11. قيود الدراسة

Time Constraints: Limited observation period for assessing the long-term durability of CBGM applications.

Variable Conditions: Variations in machine calibration, operator skill, and environmental factors may impact results, though attempts will be made to standardize processes where possible.

External Factors: Weather conditions and site-specific challenges may influence surface finish and compaction during the application process.

قيود الزمن: فترة المراقبة المحدودة لتقييم الديمومة على المدى الطويل لتطبيقات CBGM.

الظروف المتغيرة: التغيرات في معايرة الآلات، مهارات المشغلين، والعوامل البيئية قد تؤثر على النتائج، لكن سيتم بذل الجهد لتوحيد العمليات حيثما كان ذلك ممكنًا .

العوامل الخارجية: قد تؤثر الظروف الجوية والتحديات المحددة في الموقع على تشطيب السطح وضغطه أثناء عملية التطبيق .

12. References

12.المراجع

BS EN 14227-1:2013. Hydraulically Bound Mixtures – Specifications, Part 1: Cement Bound Granular Mixtures. British Standards Institution. This standard provides essential specifications for CBGM, including grading, compaction, and mechanical performance.

Allasso allpave™ Hydraulically Bound Material Guidance Document. Allasso Recycling Ltd. This document covers the environmental and economic benefits of using HBMs like CBGM, especially regarding recycled materials, CO₂ reduction, and long-term sustainability in pavement construction.

BS EN 14227-1:2013. الخلائط المرتبطة هيدروليكيًا – المواصفات، الجزء 1: الخلائط الحبيبية المرتبطة بالإسمنت. المعهد البريطاني للمعايير. يوفر هذا المعيار المواصفات الأساسية لـ CBGM ، بما في ذلك التصنيف والضغط والأداء الميكانيكي .

Allasso allpave™ وثيقة إرشادية للمواد المرتبطة هيدروليكيًا. Allasso Recycling Ltd. .

تغطي هذه الوثيقة الفوائد البيئية والاقتصادية لاستخدام المواد المرتبطة هيدروليكيًا مثل CBGM ، خاصة فيما يتعلق بالمواد المعاد تدويرها، وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والاستدامة على المدى الطويل في بناء الأرصفة.