

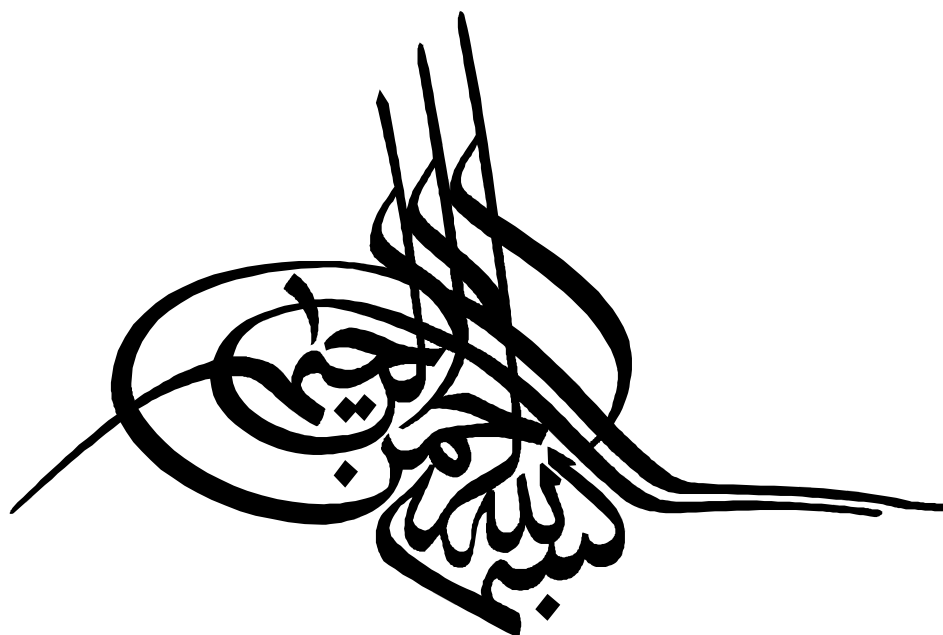


وزارت راه و شهرسازی
سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای

پایش نوآوری در زمینه روسازی راه



دبیرخانه مجمع جهانی راه
(پیارک) در ایران



وزارت راه و شهرسازی
سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای



دبیرخانه مجمع جهانی راه (پی‌آر‌ک) در ایران

پایش نوآوری‌ها در زمینه روسازی راه

این مجموعه ترجمه‌ای است از گزارشی تحت عنوان:

MONITORING OF INNOVATION IN ROAD PAVEMENTS

توجه: هدف از تهیه این‌گونه مجموعه‌ها، طرح موضوعات تخصصی در قالب انتقال فناوری از طریق نشر منابع تخصصی معتبر می‌باشد. لذا به کلیه بهره‌برداران توصیه می‌گردد جهت کاربرد اعداد و استانداردهای مورد اشاره به اصل منابع مراجعه نمایند. بدیهی است ناشر هیچ گونه مسئولیتی در خصوص پیامدهای سوء ناشی از عدم توجه به توصیه فوق را متقبل نخواهد شد.

سرشناسه	: رمضانی، علیرضا، ۱۳۶۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: پایش نوآوری‌ها در زمینه روسازی راه/تهیه و تألیف دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)؛ مترجم علیرضا رمضانی؛ [برای] وزارت راه و شهرسازی سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای.
مشخصات نشر	: تهران: مشق شب، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۰۸ ص.: مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۵۲-۶۲-۸
وضعیت فهرست نویسی: فیبا	
یادداشت	: کتاب حاضر ترجمه گزارشی تحت عنوان Monitoring of innovation in road pavements است.
موضوع	: روسازی با آسفالت
موضوع	: Pavements, Asphalt
موضوع	: روسازی با آسفالت -- ارزیابی
موضوع	: Pavements, Asphalt -- Evaluation
موضوع	: راهسازی
موضوع	: Roads -- Design and construction
موضوع	: راهسازی -- کنترل کیفی
موضوع	: Roads -- Design and construction -- Quality control
شناسه افزوده	: انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه
شناسه افزوده	: Permanent International Association of Road Congresses
شناسه افزوده	: سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ پ۲/۸/۲۷۵ TET
رده بندی دیویی	: ۶۲۵/۸۵
شماره کتابشناسی ملی:	۴۲۵۰۵۴۶

مؤسسه انتشاراتی مشق شب



نام کتاب: پایش نوآوری‌ها در زمینه روسازی راه
تهیه و تألیف: دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)
مترجم: علیرضا رمضانی
ویرایش فنی: رضا اکبری
مشارکت در تهیه، تدوین و اجرا: شرکت مهندسی مشاور راه یاب ملل
شمارگان: ۳۰۰ نسخه
نوبت چاپ: اول / ۹۵
چاپ: مشق شب
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۲۵۲-۶۲-۸

حق چاپ محفوظ و مخصوص ناشر می‌باشد.
نشانی: تهران، میدان ولیعصر، خیابان دمشق، ساختمان راهبران
طبقه اول، دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)
تلفکس: ۸۴۴۹۸۵۲۱
www.rmto.ir

عنوان و نام پدیدآور : پایش نوآوری‌ها در زمینه روسازی راه/ تهیه و تالیف دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران؛ مترجم علیرضا رمضانی؛ ویرایش رضا اکبری.
 مشخصات نشر : تهران: وزارت راه و شهرسازی، سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای، دبیرخانه پیارک در ایران، 1395.

مشخصات ظاهری : 94 ص.

شابک :

وضعیت فهرست‌نویسی :

MONITORING OF INNOVATION IN ROAD PAVEMENTS

یادداشت : عنوان اصلی:

موضوع : روسازی -- نوآوری

موضوع : پایش عملکرد روسازی‌های ابتکاری

موضوع : مجمع جهانی راه

شناسه افزوده : رمضانی، علیرضا، 1366، مترجم

شناسه افزوده : اکبری، رضا، 1354، ویراستار

شناسه افزوده : حمل‌ونقل جاده‌ای

شناسه افزوده : پیارک

شناسه افزوده : انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه (ایران)، دبیرخانه

شناسه افزوده : ایران، وزارت راه و شهرسازی، سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای

رده‌بندی کنگره :

رده‌بندی دیویی : شماره کتابشناسی ملی :

سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای - دبیرخانه پیارک در ایران

عنوان گزارش

: پایش نوآوری‌ها در زمینه روسازی راه

تهیه و تألیف

: دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)

تاریخ تألیف

: 2013 میلادی

مترجم

: علیرضا رمضانی

ویرایش

: رضا اکبری

ناشر

: وزارت راه و شهرسازی - سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای - دبیرخانه پیارک در ایران

مشارکت در تهیه و نشر

: شرکت مهندسين مشاور راه‌یاب ملل

نوبت چاپ

: اول

تاریخ انتشار

: بهار 1395

کد انتشار

:

شابک

:

تیراژ

: ۳۰۰ نسخه

لیتوگرافی

:

چاپ و صحافی

:

نشانی

: میدان ولیعصر - خیابان دمشق - ساختمان راهبران - طبقه اول - دبیرخانه مجمع جهانی راه (پیارک)

در ایران

تلفکس

: ۸۴۴۹۸۵۲۱

web:www. rmtto.ir

بسمه تعالی

مختصری در خصوص پیارک

انجمن بین‌المللی دائمی کنگره‌های راه (پیارک) با هدف جمع‌آوری و انتشار اطلاعات در خصوص مسایل مربوط به جاده و ترافیک آن، اصلاح و استاندارد کردن شیوه‌های طراحی، اجرایی، اداری و مالی و نگهداری راهها، یکنواخت کردن علائم و نشانه‌ها، کدهای مربوط به آمد و شد در شاهراه‌های کشورهای مختلف و پیش‌بینی شبکه ارتباطی لازم متناسب با پیشرفت‌های اقتصادی و اجتماعی کشورها در سال 1908 همزمان با برگزاری اولین کنگره آن و با شرکت 27 کشور جهان در پاریس تشکیل شد.

این انجمن، با مشارکت کشورهای مختلف هر چهار سال یکبار در زمان و مکانی که توسط دولت‌های عضو مورد توافق قرار می‌گیرد، کنگره‌ای را برگزار می‌کند و هم‌اکنون با تغییر نام به مجمع جهانی راه با بیش از 2000 نماینده از 142 کشور عضو به کار خود ادامه می‌دهد. در سال ۲۰۱۵ میلادی بیست‌وپنجمین کنگره این مجمع در شهر سئول کره جنوبی برگزار گردید. اهداف کلی و اولیه پیارک را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

1- بهبود ارتباطات بین‌المللی

2- تدوین سیاست‌های حمل‌ونقل جاده‌ای

3- ارتقای کیفیت برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها

۴- ارتقای کیفیت اجرایی و مدیریت سیستم‌های راه

امروزه این اهداف شکل جدیدی پیدا کرده و با سرعت بیشتری تعقیب می‌گردد که عبارتند از:

- افزایش همکاری بین‌المللی

- پیشرفت هر چه سریعتر و جهت‌دار نمودن سیاست‌های برنامه‌ریزی، ساخت، بهسازی و نگهداری راهها

طی سال‌های اخیر، فعالیت‌های مجمع جهانی راه (پیارک) در ایران گسترش یافته و با تشکیل دبیرخانه این مجمع در سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای و معرفی اعضا، سعی بر آن شده که هر چه بیشتر با مرکز پیارک در فرانسه ارتباط لازم برقرار شود. اعضای که برای این مجمع در نظر گرفته شده شامل یک عضو اصلی و یک یا دو عضو مکاتبه‌ای برای هر یک از کمیته‌های 18 گانه و کارگروه‌های ویژه مندرج در زیر می‌باشند:

موضوعات راهبردی، کمیته‌های تخصصی و کارگروه‌های ویژه برای دوره ۲۰۱۹-۲۰۱۶

موضوع راهبردی ۱: مدیریت و تأمین مالی

TC A.1 عملکرد ادارات راه و حمل‌ونقل

TC A.2 اقتصاد سیستم حمل‌ونقل جاده‌ای و توسعه اجتماعی

TC A.3 مدیریت ریسک

TF A.1 تأمین مالی با شیوه‌های ابتکاری

TF A.2 هماهنگی متولیان ملی و منطقه‌ای حمل‌ونقل

موضوع راهبردی ۲: دسترسی و جابجایی

TC B.1 بهره‌برداری از شبکه راه/ سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند

TC B.2 نگهداری زمستانی راه

TC B.3 حمل‌ونقل چندوجهی پایدار در نواحی مسکونی

TC B.4 حمل‌ونقل بار

TF B.1 راهکارهای نوین در طرح راه و زیرساخت - ارتباطات خودرویی V2I و V2V

موضوع راهبردی ۳: ایمنی

TC C.1 سیاست‌ها و برنامه‌های ملی ایمنی حمل‌ونقل

TC C.2 طراحی و بهره‌برداری زیرساخت‌های ایمن‌تر راه

TF C.1 کاهش مخاطرات و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حمل‌ونقل

موضوع راهبردی ۴: زیرساخت

TC D.1 مدیریت زیرساخت‌های سرمایه‌ای راه

TC D.2 روسازی‌های راه

TC D.3 پل‌های راه

TC D.4 راههای کم‌تردد و عملیات خاکی

TC D.5 بهره‌برداری از تونل‌های راه

موضوع راهبردی ۵: تغییرات آب‌وهوایی، محیط زیست و مدیریت بحران

TC E.1 راهبردهای انطباق و انعطاف‌پذیری زیرساخت‌های راه

TC E.2 ملاحظات زیست‌محیطی در ساخت و بهره‌برداری از راه

TC E.3 مدیریت بحران

CTERM کمیته اصطلاح‌شناسی

ریاست پیارک در ایران بر عهده آقای مهندس داود کشاورزian بوده، آقای مهندس مهران قربانی سمت دبیر پیارک و مسئولیت دبیرخانه پیارک در ایران را عهده‌دار می‌باشند. با توجه به اهداف اصلی مجمع جهانی راه، دبیرخانه پیارک در ایران با بازنگری در تشکیلات و اعضای خود به جهت رسیدن به ترکیب ایده‌آل چه به لحاظ امکانات و تسهیلات و چه به لحاظ نیروهای تخصصی فعال امیدوار است که بتواند در ارتقای سطح دانش فنی و تخصصی زیرمجموعه‌های مختلف حمل‌ونقل جاده‌ای کشور سهم و نقش خود را ایفاء نماید.

یادداشت

وزارت راه و شهرسازی به عنوان متولی اصلی صنعت حمل و نقل کشور، نیازمند استفاده از بخش وسیعی از خدمات مهندسی در زمینه طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری از اجزای سیستم حمل و نقل می‌باشد. از این‌رو ضروری است که دانش فنی مورد نیاز به طور مستمر در اختیار مدیران و کارشناسان مربوطه قرار گرفته تا نیازهای مطالعاتی و تحقیقاتی آنها مرتفع گردد. سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای به عنوان یکی از معاونت‌های وزارت راه و شهرسازی در صدد است ضمن شناسایی نیازهای اساسی بخش‌های مختلف وزارت متبوع و انجام تحقیقات علمی - کاربردی در زمینه مسایل فنی حمل و نقل و همچنین استفاده از آخرین دستاوردها و انجام مبادلات علمی با مجامع و سازمانهای علمی و تخصصی ذیربط، به رفع این نیازها بپردازد. در همین راستا این سازمان بر آن است تا با تهیه و تدوین مجموعه گزارش‌های تخصصی، دانش فنی مورد نیاز را به شکلی مناسب در اختیار بخش‌های مختلف وزارت متبوع و سایر متخصصان قرار دهد.

امید است که با تلاش‌های صورت گرفته توسط آقای مهندس مهران قربانی دبیر مجمع جهانی راه در ایران و مدیرکل محترم دفتر ایمنی و حریم راه و همکاری افرادی که در تهیه این گزارش ما را یاری رساندند، ضمن تشکر و قدردانی، گامی مؤثر در جهت ایجاد تحول، نوآوری و ارتقاء عملکردها برداشته شود.

داود کشاورزیان

رئیس سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای

نماینده اول پیارک در ایران

بیانیه

مجمع جهانی راه (پیارک - PIARC) یک سازمان غیرانتفاعی است که در سال ۱۹۰۹ به منظور ارتقای همکاری‌های بین‌المللی و ترویج پیشرفت در زمینه راهها و حمل‌ونقل جاده‌ای تأسیس شد.

مطالعه موضوع این گزارش در برنامه راهبردی ۲۰۱۱-۲۰۰۸ پیارک تعریف گردید و برنامه راهبردی نیز توسط شورای مجمع جهانی راه متشکل از نمایندگان کشورهای عضو تصویب گردید. اعضای کمیته فنی متناظر با موضوع این گزارش، توسط کشورهای عضو منصوب شدند.

هر گونه نظرات، یافته‌ها، نتیجه‌گیری‌ها و پیشنهادهایی که در این گزارش ارایه شده است، دیدگاه‌های مؤلفان گزارش بوده و ضرورتاً منعکس‌کننده نظرات سازمانها یا ادارات متبوع آنها نمی‌باشد

این گزارش از تارنمای مجمع جهانی راه (پیارک) به نشانی زیر قابل دستیابی می‌باشد.

<http://www.piarc.org>

تمامی حقوق این اثر به طور انحصاری متعلق به مجمع جهانی راه می‌باشد.

مجمع جهانی راه (پیارک)

ساختمان گراند آرک، بال شمالی، طبقه دوم

۹۲۰۵۵، منطقه لادفانس، پاریس، فرانسه

شماره استاندارد بین‌المللی: ۲-۳۲۵-۸۴۰۶۰-۲-۹۷۸

این گزارش توسط گروه کاری چهارم کمیته روسازی‌های راه (TC 4.2) تدوین گردیده است و راهبری فعالیت‌ها نیز توسط زیرکمیته روسازی‌های انعطاف‌پذیر و نیمه‌صلب انجام شده است. اعضای گروه تهیه‌کننده گزارش به شرح زیر بودند:

ماریا آزیودو (پرتغال)، سونیل بوزه (هند)، رودی بول واسر (آلمان)، فرانسوا شانینیو (کانادا)، سانتیاگو کورو کابالرو (مکزیک)، ریچارد الیوت (بریتانیا)، دیمیتریس اوانجلیدیس (یونان)، ماری ترز گُو (فرانسه)، آدولفو گوئل (اسپانیا)، آندراس گایلاس (مجارستان)، دیوید هاین (کانادا)، هایکی یامسا (فنلاند)، پریموژ یوراویه (اسلوونی)، مالی کیتا (مالزی)، یوزف کوماکا (اسلواکی)، فرانسوا دو لارا (فرانسه)، فرانسوا لتودن (فرانسه)، تونی لوییس (آفریقای جنوبی)، رافایل لمون لمون (مکزیک)، الکساندر لیوبیه (اسلوونی)، ساشا لیوبیه (اسلوونی)، آندراس لویزوس (یونان)، رونالدو لوریو (آفریقای جنوبی)، رفیق لُو (آفریقای جنوبی)، تیم مورن (کانادا)، واسلاو نویورت (جمهوری چک)، رایان پاداواتان (آفریقای جنوبی)، بریان پری (آفریقای جنوبی)، زیگمانتاس پرونکاس (لتونی)، تیری سدران (فرانسه)، صفوت سعید (سوئد)، سعید سلیمان (آفریقای جنوبی)، مایک ساوثرن (بلژیک)، ژان اتین اوبان (فرانسه)، ژان فان در زوان (هلند)، مت وندل (سوئد).

ویرایش گزارش را دیوید هاین (کانادا) برای نسخه انگلیسی، ماری ترز گُو (فرانسه) و فرانسوا شانینیو (کانادا) برای نسخه فرانسه بر عهده داشتند.

برایان فرن (بریتانیا) مسؤول کنترل کیفی گزارش بود.

ریاست زیرکمیته روسازی‌های انعطاف‌پذیر و نیمه‌صلب پیارک بر عهده دیوید هاین (کانادا) بود. ماری ترز گُو (فرانسه) و رافایل لمون لمون (مکزیک) به ترتیب دبیران فرانسه زبان و اسپانیولی زبان کمیته بودند.

نسخه فرانسه این گزارش با شماره مرجع ۹-۳۲۶-۸۴۰۶۰-۲-۹۷۸-۲۰۱۳R09FR , ISBN در دسترس می‌باشد.

پایش نوآوری‌ها در زمینه روسازی راه

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	خلاصه مدیریتی.....
۳	معرفی.....
۵	۱- پیشینه.....
۷	۲- یکپارچه‌سازی نوآوری و صنعت راهسازی.....
۱۱	۱-۲- بکارگیری/اصلاح آیین‌نامه‌های موجود.....
۱۳	۲-۲- هدایت نوآوری توسط کارفرما.....
۱۴	۳-۲- فرایندهای سازمانی ویژه.....
۲۰	۴-۲- توافقت‌نامه‌های فنی و برنامه‌های اعطای گواهی‌نامه.....
۲۳	۵-۲- پیشنهاد‌های مهندسی ارزش از سوی پیمانکار قبل از انجام مناقصه.....
۲۵	۶-۲- پیشنهاد‌های مهندسی ارزش توسط پیمانکاران بعد از برگزاری مناقصه.....
۲۵	۷-۲- قراردادهای با ضمانت بلندمدت و قراردادهای عملکرد نهایی.....
۲۶	۸-۲- مشارکت دولتی و خصوصی و قراردادهای انحصاری.....
۲۸	۹-۲- خلاصه.....
۲۹	۳- فکت‌شیت‌های نوآوری موجود.....
۳۳	۴- نوآوری‌هایی که در حال حاضر به کار گرفته می‌شوند.....
۳۳	۱-۴- پیشینه.....
۳۳	۲-۴- آسفالت نیمه گرم.....
۳۸	۳-۴- روسازی آسفالت بازیافتی (RAP).....
۴۳	۴-۴- استفاده از مواد زاید و فرآورده‌های جانبی در ساخت راه.....
۴۷	۵- الزامات نوآوری.....
۴۷	۱-۵- سیاست‌های نوآوری.....
۴۹	۲-۵- لزوم پرورش نوآوری.....
۵۱	۶- نتیجه‌گیری.....

۵۳	۷- مراجع.....
۵۵	۸- واژه نامه و مخفف ها.....
۵۷	پیوست ها.....
۵۷	پیوست الف - فکت شیت نوآوری.....
۵۷	آسفالت لاستیکی در سوئد.....
۵۸	آسفالت لاستیکی در اسپانیا.....
۵۹	آسفالت با مدول بالا در بریتانیا.....
۶۱	بتن آسفالتی با مدول بالا در بلژیک.....
۶۲	اجرای آسفالت ماستیک درشت دانه در مجارستان.....
۶۳	آسفالت ماستیک درشت دانه در اسلوانی.....
۶۵	امولسیون کف قیر در آفریقای جنوبی.....
۶۷	روسازی دمای پایین در اسلوانی.....
۶۹	آسفالت نیمه گرم در آفریقای جنوبی.....
۷۰	آسفالت نیمه گرم در اسپانیا.....
۷۱	میکروسرفیسینگ در یونان.....
۷۲	روسازی آسفالتی Hot on Hot در آلمان (آسفالت کامپکت).....
۷۴	آسفالت Hot on Hot در لیتوانی.....
۷۵	مصلح چسبنده (سیمانی) خودتراکم برای تعریض جاده های با حجم ترافیک پایین در فرانسه.....
۷۷	روسازی شهری قابل جمع آوری در فرانسه.....
۸۰	روسازی بتن مسلح بسیار نازک (UTRCP) در آفریقای جنوبی.....
۸۱	روسازی بتنی پیوسته مسلح بسیار نازک (UTCRC) در آفریقای جنوبی.....
۸۲	مدیریت سروصدای راه در کبک.....
۸۵	سطوح با عمر طولانی برای راه های پرترافیک.....
۸۹	پیوست ب - پرسشنامه استفاده از آسفالت نیمه گرم، آسفالت بازیافتی و فرآورده های جانبی.....
۹۰	آسفالت نیمه گرم (WMA).....
۹۲	روسازی آسفالت بازیافتی.....
۹۴	فرآورده های جانبی.....

خلاصه مدیریتی

در دوره کاری ۲۰۰۸ الی ۲۰۱۱ مجمع جهانی راه، توسعه، ارزیابی و بکارگیری روش‌های ابتکاری در طراحی و ساخت راه مورد بررسی قرار گرفت. این مهم، با ارزیابی تمامی سیاست‌های ابتکاری که توسط سازمانها و دستگاه‌های دولتی در حوزه راه به کار گرفته شده است و با تمرکز بر تجربیات و مثال‌های کاربردی به انجام رسید تا به دیگران برای توسعه راهبردهای ابتکاری کمک شود. هدف از این راهبردها (نظارت بر نوآوری‌ها)، بررسی تحولات اخیر در ساخت و نگهداری روسازی‌های راه بود تا مشخص گردد کدام نوآوری‌ها در جهت بهبود پایایی، بازیافت و استفاده مجدد از راه ایجاد شده‌اند. علاوه بر این، زیرساخت‌های توسعه‌دهنده نوآوری‌ها در سازمانهای متولی راه نیز مورد ارزیابی قرار گرفت.

پرسشنامه‌ای در رابطه با الزامات نوآوری ایجاد و بین اعضای کمیته و کشورهای متناظرشان توزیع شد. هدف از پرسشنامه ایجاد دیدگاهی از الزامات نوآوری بود که از نظر نمایندگان کشورها به طور کامل شناسایی نشده بود. از این تحقیق، در مجموع هشت گونه سیاست در نوآوری شناسایی شد و مبانی اصلی این سیاست‌ها به همراه فواید و مضراتشان مشخص گردید. این مطالعه نشان داد "نوآوری" می‌تواند مهندسان و پیمانکاران را برای رقابت در بازارهای جهانی آماده نماید. این امر با افزایش عمر بهره‌برداری زیرساخت‌ها و حداقل نمودن اثر عملیات ترمیم و نگهداری راه بر کاربران مسیر با صرف هزینه کم میسر می‌گردد. با افزایش همکاری میان دولتمردان، صنعت و دانشگاه، این امکان فراهم می‌آید که برای کاهش زمان و هزینه و بهبود ایمنی زیرساخت‌ها، سیاست‌ها، دستورالعمل‌ها و فرایندهای جدیدی تدوین شود. هر چند یک نوآوری خاص در نهایت منجر به سوددهی می‌گردد (که تنها یکی از جنبه‌های آن می‌تواند کاهش در هزینه‌ها باشد)، برای دستیابی به سود بیشتر باید در آن نوآوری سرمایه‌گذاری نمود. این امر عموماً نیازمند انجام پژوهش‌های بنیادین و وجود همکاری است که مایل باشند در راستای توسعه نوآوری‌ها ریسک نمایند. این ریسک‌ها می‌توانند مالی، فناوری یا تجاری باشند.

در هنگام ارزیابی یک نوآوری، باید بدانیم که رویه‌های متفاوتی در معرفی آن وجود داشته‌است و هر کدام از آنها فواید و ریسک‌های خاص خود را دارد. گزینه‌های ارائه شده در اینجا، شرح مختصری از مراحل بکارگیری همزمان سیاست نوآورانه، تکنیک‌های طراحی و اجرا را توصیف می‌کند.

از بکارگیری نوآوری‌ها می‌توان نتایج متعددی را گرفت که عبارتند از:

- برای اجرایی کردن نوآوری‌ها، نیاز به مدیران پروژه متعهد می‌باشد؛

- در هنگام بکارگیری نوآوری‌هایی که قبلاً توسط یک شرکت دیگر استفاده شده‌است، باید مراتب احتیاط را رعایت نمود. چرا که چیزی که در یک محل خوب عمل نموده است، ممکن است در جای دیگر و برای یک پروژه دیگر خوب عمل نکند؛
 - ترجمه روندهای طراحی و دستورالعمل‌ها از یک کشور به کشور دیگر باید با احتیاط انجام شود. خصوصاً در مواقعی که روش‌های آزمایش مشابه نیستند؛
 - تخصص بومی در بکارگیری و اجرایی نمودن یک نوآوری بسیار مهم است. چرا که نقصان تخصص در یک پیمانکار می‌تواند منجر به چالش‌های جدی گردد؛
 - برای دستیابی به موفقیت، همکاری در بخش‌های مختلف به صورت عمومی و خصوصی بسیار مهم است؛
 - نوآوری‌ها باید به صورت تدریجی به کار گرفته شوند و قبل از استفاده گسترده از آنها باید ارزیابی دقیقی انجام شود؛
 - وجود یک مدافع در بخش صنعت و منابعی برای راهبری پیاده‌سازی فناوری‌های جدید تا زمانی که نوآوری مورد قبول عام در صنعت قرار گیرد، اهمیت فراوانی دارد؛
 - انجام پژوهش کافی و آزمایش، قبل از بکارگیری فناوری بسیار مهم است؛
 - برای به ثمر رساندن یک نوآوری، نظارت پیگیر بر عملکرد آن امری حیاتی است؛
 - ایجاد استاندارد و دستورالعمل‌هایی برای بکارگیری و اجرای نوآوری‌ها منجر به افزایش استفاده از آنها خواهد شد؛
 - محافظت از حق مالکیت نوآوری عاملی کلیدی برای پرورش آن می‌باشد.
- نهایتاً باید اسنادی برای توضیح کلیت نوآوری خاص، چرایی توسعه، چگونگی توسعه یا بکارگیری، اطلاعاتی پیرامون نحوه اجرا، پیشرفت و موفقیت، تجربیات کسب شده و مشخصات افراد مرتبط برای دریافت اطلاعات بیشتر در مواقع ضروری گردآوری و تهیه شود.

معرفی

در دوره فعالیت ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸، یک کارگروه در کمیته تخصصی "روسازی‌های راه"^۱، مأمور ترکیب و هماهنگ‌سازی اطلاعات موجود پیرامون روش‌های کاهش تأثیر ساخت، بازسازی و فعالیت‌های ترمیم و نگهداری روسازی بر کاربران راه (عموم رانندگان و کارگران کارگاه‌های راهسازی) و ساکنین مناطق اطراف محل ساخت‌وساز شد.

اطلاعاتی که به عنوان بخشی از پژوهش جمع‌آوری شد، عبارت بودند از: راه‌حل‌هایی برای بهبود و ارتقای ایمنی کاربر مسیر یا کارگران راهسازی، قوانین (برای مثال مقررات وضع‌شده برای فعالیت‌های ساخت‌وساز در تعطیلات آخر هفته یا شب‌ها)، ملاحظات زیست‌محیطی (برای مثال کنترل گرد و غبار)، کیفیت عملکرد (مانند پاداش‌های پیمانکار برای تکمیل زودتر از موعد پروژه برای کاهش تأثیر منفی بر کاربران راه) یا روش‌های خاص برای حصول اطمینان از اینکه جریان ترافیک از فعالیت‌های ساخت‌وساز تأثیر نامطلوب نپذیرد و غیره.

در بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۱، توسعه، ارزیابی و بکارگیری روش‌های جدید در طراحی راه و صنعت ساخت راه به طور مفصل‌تر بررسی شد. تمامی سیاست‌ها و روندهای به کار گرفته شده توسط کارفرمایان در مورد یک نوآوری، با تمرکز بر مثال‌های اجرایی و تجربیات کاربردی مورد ارزیابی قرار گرفت تا به دیگران در توسعه استراتژی‌های نوآوری کمک کنند.

این گزارش تخصصی توسط کمیته روسازی‌های راه (TC D.2) با موضوع نظارت بر نوآوری‌ها در برنامه راهبردی پیارک در دوره ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۱، تهیه شده است. هدف از این برنامه، بررسی تغییرات اخیر در ساخت و ترمیم و نگهداری روسازی راه بود تا مشخص شود در چه جاهایی نوآوری‌ها در راستای بهبود دوام راه، بازیافت و استفاده مجدد از مصالح معرفی شده‌اند. به علاوه، یک ارزیابی از فعالیت‌های ادارات راه برای ترویج نوآوری‌ها، صورت گرفت.

اطلاعات ارائه شده در این گزارش از طریق جمع‌آوری تجربیات عملی ادارات راه و با سهیم نمودن مطالعات موردی از یک مجموعه وسیع از اعضای کارگروه و کشورهای آنها تهیه شده است.

۱- پیشینه

در فرهنگ لغت، "نوآوری" به معنای معرفی یک چیز جدید مثلاً یک ایده، روش یا وسیله جدید می‌باشد. به طور مشخص، معرفی نوآوری در محدوده موضوع حمل و نقل، چه در حیطه روش‌های مدیریتی و چه فناوری‌های ساخت، هنگامی که بحث به بهبود ایمنی و کاهش زمان و هزینه ساخت می‌رسد، می‌تواند منجر به فواید قابل توجهی گردد.

در ابتدا باید مشخص شود آیا یک کارفرمای خاص، تمایلی به انتخاب یا بکارگیری یک نوآوری مشخص را دارد یا خیر. برای مثال، بازیافت یا استفاده از یک فرآورده جانبی همانند روباره آهن‌گذاری یا خرده لاستیک در ساخت راه، ممکن است اهمیت ملی داشته باشد، بنابراین می‌تواند به طور گسترده مورد استفاده قرار بگیرد یا حتی با قانونگذاری اجباری شود. همچنان که هزینه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی می‌تواند در آنالیز هزینه چرخه عمر وارد شود، تأثیر آنها بر حفظ منابع طبیعی و هزینه‌های اضافه‌تر احتمالی قبل از استفاده وسیع باید با هم مطابقت داده شوند.

ادارات راه یا صنعت، قبل از به کارگیری یک نوآوری خاص، جنبه‌های زیست‌محیطی، مالی و فنی آن را ارزیابی می‌کنند. این ارزیابی‌ها عموماً مبتنی بر عملکرد هستند، مانند:

- پایش و ارزیابی تجربیات سایر ادارات راه؛
- شبیه‌سازی و مدلسازی عملکرد نوآوری؛
- تست‌های آزمایشگاهی و اعتبارسنجی خصوصیات مواد و مصالح؛
- تست‌های سریع آزمایشگاهی، سایت‌های تست میدانی و ساخت نمونه (که می‌تواند شامل قطعات، مسیرها و ... باشد)؛ و
- ساخت در ابعاد واقعی و پایش بلندمدت عملکرد.

هر یک از روش‌های فوق هزینه، فایده و ریسک‌های مربوط به خود را دارد.

شرایط بازار نیز می‌تواند وسعت و سرعت بکارگیری یک نوآوری را تحت تأثیر قرار دهد. برای مثال، اگر استفاده از یک نوآوری مطلوب باشد یا یک اداره راه استفاده از آن را اجباری کرده باشد و احجام قابل توجهی از کار برای یک سال برنامه‌ریزی شود، صنعت بلافاصله در تجهیزات و تخصص‌های مربوط به فراهم‌سازی آن نوآوری سرمایه‌گذاری خواهد نمود.

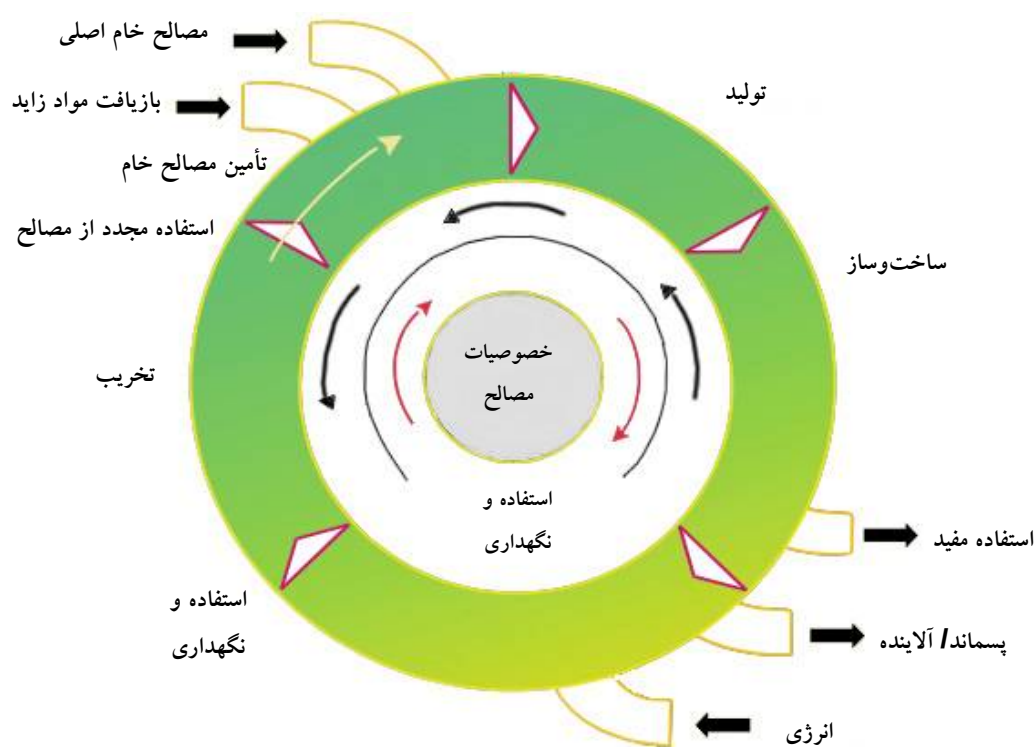
پس از یادگیری کامل یک نوآوری، استانداردسازی برای آن انجام می‌گیرد. استانداردها را نباید موانعی بر سر راه نوآوری دانست، بلکه به عنوان نتایج فرایند در نظر گرفته می‌شوند. چنان که آمار نشان می‌دهد، استانداردها پراستفاده‌ترین بخش از یک نوآوری می‌باشند. استانداردها ادارات راه را قادر می‌سازند اهداف را در قالب نتایج مورد انتظار توضیح دهند. در نتیجه پیمانکارها و ادارات راه می‌توانند برای شفاف‌سازی هدف مورد نظر به این استانداردها رجوع کنند.

برخی روش‌های خاص مانند "مشخصات عملکردی" را می‌توان برای ترویج نوآوری به کار بست. هرچند، برای برآورده کردن این مشخصات و با در نظر گرفتن ضمانت‌های مرتبط با این نوع قراردادها، نوآوری‌ها مورد استفاده باید به درجه‌ی بالایی از توسعه‌یافتگی و تکامل رسیده باشند. نوع رقابت، شرکت‌کنندگان و تقسیم ریسک عادلانه بین عوامل نیز از پیش‌فرض‌های استفاده از این نوع قرارداد می‌باشد. کارفرمایانی که علاقمند به پیشرفت فناوری در صنعت روسازی می‌باشند، بدون در نظر گرفتن سطح توسعه‌یافتگی یک نوآوری می‌توانند روش‌ها و ابزارهای رایج‌تری را به کار گیرند. مثال‌هایی از این روش‌های بالقوه عبارتند از:

- مدیریت مناسب ابزار و روش‌های رایج مورد استفاده؛ به عبارت دیگر، کنترل دقیق استانداردهای طراحی و کیفیت ساخت با هدف ساخت روسازی با عمر مفید طولانی‌تر و برنامه‌ریزی برای استفاده مجدد و بازیافت مصالح روسازی و سازه‌های موجود؛
- پذیرش و بکارگیری قوانین و آیین‌نامه‌ها و الزامات قراردادی که ظهور یک نوآوری و ورود آن به بازار را سرعت دهد تا پس از معرفی شدن قادر به رقابت با سایر روش‌های موجود باشد؛
- هدف پیشرفت فناوری تنها کاهش هزینه‌های ترمیم و نگهداری روسازی نمی‌باشد. از دیگر اهداف آن مشارکت در توسعه پایدار و کاهش تأثیر کار ساخت‌وساز بر کاربران مسیر، کارگران ساخت‌وساز و ساکنان حاشیه راه می‌باشد.

۲- یکپارچه سازی نوآوری و صنعت راهسازی

این بخش با طرح یک مثال، به اصول اولیه خط‌مشی‌های مورد استفاده توسط ادارات راه در کشورهاشان برای پرورش نوآوری‌ها می‌پردازد. در برخی مواقع، یک اداره راه ممکن است فرایندهای خاص سازمانی یا دستورالعمل‌هایی برای اجرایی کردن نوآوری‌ها داشته باشد. برای مثال، ادارات راه با تأکید بیشتر بر پایداری^۱، بر روی بازیافت و استفاده مجدد از مصالح روسازی تمرکز می‌کنند. به دلایل روشن، صنعت راه به عنوان استفاده کننده اصلی مصالح خام، اغلب به عنوان گزینه‌ای برای بهره‌گیری از مصالح بازیافتی و استفاده مجدد از آنها شناخته می‌شود. با در نظر گرفتن شرایط بازار، روشن است که کارآفرینان به دنبال فرصت‌هایی برای بکارگیری این مصالح (مصالح بازیافتی) می‌باشند، چرا که از نظر اقتصادی بسیار سودآور است. برای مالکان راه مسئولیت‌های دیگری وجود دارد که از چارچوب زمانی قرارداد فراتر می‌رود. همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، نوع مصالح مورد استفاده می‌تواند بر تصمیم‌گیری‌های ترمیم و نگهداری راه در طول دوره عمر قرارداد تأثیرگذار باشد.



شکل ۱. نمودار ارتباط بین مصالح راهسازی

در کانادا در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰، روباره آهن‌گذاری که یک فرآورده جانبی تولید فولاد می‌باشد، به عنوان سنگدانه آسفالت لایه رویه (توپکا) در مخلوط‌های آسفالتی به طور وسیع مورد استفاده قرار گرفت. پس از گذشت حدود ۱۰ سال از بهره‌برداری، مشاهده شد در روسازی‌های آسفالتی که مخلوط آنها محتوی روباره آهن‌گذاری بوده است، ترک‌های شدیدی ایجاد شده است که نیازمند برداشت و تخریب هزاران تن مصالح لایه‌های اجرا شده می‌باشد. بررسی مشکلات فنی و عملکرد روسازی مشخص شد، هزینه مالی بهبود سنگدانه‌ها در این روش نسبت به استفاده از منابع رایج و مرسوم گرانتر است. لذا روباره آهن‌گذاری دیگر در کانادا مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

تصمیم‌هایی که در گذشته گرفته شده‌اند می‌توانند عواقب پرهزینه‌ای در آینده داشته باشند چرا که شرایط اشتغال و محیط زیست می‌توانند تغییر نمایند. محصولاتی همچون قیر و آزبست (که در گذشته به عنوان افزودنی آسفالت مورد استفاده قرار می‌گرفت)، هزینه گزافی را برای برداشت لایه روسازی، به علت زیان‌هایی که بر سلامتی دارد، بر دوش کارفرماها قرار می‌دهد. احتمال تغییر شرایط، مسئولیت‌های مالکان راه را به آنها مجدداً گوشزد می‌نماید. برای مثال در هلند در رابطه با نشت مواد، یک سیستم از دستورالعمل‌های بسیار سختگیرانه به کار گرفته می‌شود. برای قیر (که از محتویات آسفالت است) به عنوان یک محصول سرطانزا، سیاست کلی از بین بردن آن با سوزاندن در کوره می‌باشد. هلند تنها کشوری در جهان است که این سیاست در آن اجرایی شده است. در اروپا، آیین‌نامه EC ۱۹۰۷/۲۰۰ در موضوع‌های ثبت، ارزیابی، تأیید صلاحیت و محدودیت مواد شیمیایی، برخی تصمیمات در خصوص بازیافت مواد را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

برای فعالیت‌های راه‌داری، مالک راه اطلاعاتی پیرامون خصوصیات و ساختمان مصالح در اختیار پیمانکار قرار خواهد داد. به منظور آگاهی از این نکته که استفاده از این مواد در ساخت راه چه ریسک‌های مالی در پی دارد، پیمانکار باید از این اطلاعات آگاه باشد:

- آیا می‌توان مصالح را دوباره بازیافت نمود (نه فقط از نظر فنی)؛

- آیا این مواد از دستورالعمل‌های زیست‌محیطی بین‌المللی پیروی می‌کنند.

اگر یک اداره راه قادر به تهیه این اطلاعات نباشد، هزینه‌های بسیار زیادی را برای بررسی و مدیریت برای مثال آسفالت تراشیده شده از سطح راه متحمل خواهد شد. لذا یک سیستم ثبت و مستندسازی خوب، در برگیرنده اطلاعاتی مبنی بر اینکه چه مصالحی، با چه خصوصیتی و در کجا به کار گرفته شده است، لازم می‌باشد. در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰، برای ساخت راه به بتن آسفالتی آزبست افزوده شد. آزبست با تشکیل ماستیک، ضخامت لایه قیر را در اطراف سنگدانه‌ها افزایش می‌دهد. استفاده از آزبست عمر بتن آسفالتی را افزایش داد. پس از گذشت مدتی مشخص گردید این ماده برای سلامتی خطرناک است و حالا، نیاز است برای بررسی وجود آزبست در بتن آسفالتی آزمایش انجام گیرد و در صورت پیدا شدن این ماده، اقدامات احتیاطی مخصوصی در هنگام برداشتن این

لایه آسفالت باید انجام گیرد. همچنین استفاده‌ی مجدد از این آسفالت در آسفالت‌های جدید مجاز نبوده و ماده بازیافتی حاصله یک ماده زاید خطرناک محسوب شده و متعاقباً باید دفع گردد.

صنعت راه در جاهایی که از این فرآورده‌ها (مضر یا ضد محیط زیست) بدون هیچ مشکلی استفاده می‌شود، صنعتی با فناوری قدیمی به نظر می‌آید. لذا فلسفه جدیدی برای پذیرش محصولات بازیافتی در صنعت راه مورد نیاز است. در هلند یک مدل تصمیم‌گیری ایجاد شده است که هدف آن بررسی میزان بدون مشکل بودن استفاده از یک ماده‌ی بازیافتی است. به طور کلی بازیافت آسفالت ساخته‌شده با مواد خام دست‌نخورده بدون مشکل به نظر می‌رسد هر چند گاهی اوقات ممکن است این حرف صحیح نباشد.

در آلمان، استفاده از برخی سنگدانه‌ها در گذشته، حالا مشکل‌ساز شده است. چرا که محتویات آزبست‌مانند در سنگدانه‌ها در هنگام تراشیدن آسفالت مشکلاتی به همراه دارد. هر چند نمی‌توان پیش‌بینی کرد که در آینده چه شرایطی پیش خواهد آمد، اما لازم است دانش کنونی را تا حد امکان به کار گرفت تا در آینده، تصمیم‌های اشتباه گذشته موجب افسوس نگردند. تجربه نشان داده است تصمیم‌های گذشته اغلب کامل و بدون نقص نبوده‌اند. برای این منظور می‌توان از مدل هلندی استفاده کرد که آیا از یک گزینه مشخص نباید استفاده نمود یا برای کنترل جنبه‌های منفی احتمالی چه معیارهایی باید در نظر گرفته شود [Crow 2007]. در این مدل، ۵ موضوع معرفی شده است که در تصمیم‌گیری مهم هستند:

۱. مقبولیت از نظر شهروندان و صنعت؛

۲. بهداشت و امنیت؛ این موضوع تمامی ریسک‌های ایمنی و سلامت را برای کارمندان، کاربران و ساکنان مناطق مجاور در بر می‌گیرد؛

۳. کیفیت محیط کار و مسایل زیست‌محیطی، محیط فیزیکی پیرامونی، تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم بر محیط زیست و آثار بلندمدت؛

۴. مدیریت و کنترل؛ شامل تقسیم ریسک‌ها بین عوامل مختلف، احتمال شناسایی مصالح و امکان استفاده مجدد؛

۵. مسایل اقتصادی در وسیع‌ترین ابعاد: هزینه‌های نگهداری، هزینه‌های برداشت (لایه آسفالت)، بازار، تمایل به سرمایه‌گذاری، پتانسیل نوآوری و تأثیر بر اشتغال‌زایی.

با استفاده از این مدل که بر پایه آگاهی می‌باشد، فرد می‌تواند تأثیرات یک انتخاب مشخص را تعیین نماید. استفاده از این مدل به ویژه در مورد مواد احتمالاً خطرناک پیشنهاد می‌شود. چنانچه محصول مورد نظر بر اساس یک رویکرد یکپارچه (توسط بازار) قابل قبول باشد، می‌توان در خصوص مقایسه با دیگر مصالح یا سایر کاربردهای ممکن فرآورده‌های جانبی (مواد زاید) تصمیم‌گیری نمود.

برای مثال در هلند، به علت سیاست‌های دولت، مقادیر قابل توجهی خاکستر کوره^۱ تولید شده است. این ماده به جای دپو یا دفن شدن برای خاکریزی مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرد. مشخص شده است استفاده از این مصالح،

1. Incineration Bottom Ash

استفاده از مصالح خام کمیاب را کاهش می‌دهد. با این همه، با توجه مسایل زیست‌محیطی و قابلیت کنترل، تنها استفاده زیاد از این مواد (۱۰۰ هزار تن یا بیشتر) به ازای هر پروژه قابل قبول می‌باشد. با این رویکرد فرد کاملاً می‌داند که مصالح در کجا وجود دارد (مثلاً یک دیپوی فعال) و در آینده زمانی که مصالح بازیافت شد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. بازار، با توجه به ارزش اقتصادی منفی خاکستر کوره، به دنبال راهی برای استفاده از این ماده در آسفالت و بتن و در نتیجه سود اقتصادی می‌باشد.

استفاده از مدل به وضوح نشان می‌دهد ریسک‌های قابل توجهی در استفاده از این مدل وجود دارد. مثلاً مردم قبول نخواهند کرد که بتنی که با این مواد ساخته شده‌است در خانه‌هایشان مورد استفاده قرار گیرد. یکی از موارد کاربرد این مصالح تنها بیرون از محل زندگی می‌باشد، اما سیستم بازیافتی ایجاد شده بدین معنی است که مصالح بازیافت شده در بتن داخل خانه‌ها استفاده خواهد شد (مگر اینکه یک سیستم محدودکننده بسیار سختگیرانه ایجاد گردد). باید به یاد داشت که عموماً کنترل و مستندسازی برای محل استفاده این مصالح وجود ندارد و حتی در صورت وجود چنین سیستمی، باز هم امکان عدم موفقیت آن وجود دارد. از عواقب بلندمدت آن افزایش میزان استفاده از خاکستر کوره در تمام کشور می‌باشد. لذا تصمیم بر آن شد که علاوه بر استفاده کنونی از آن، کاربردهای دیگر مورد قبول قرار نگیرد.

آثار بلندمدت برای مواردی که حتی به طور مستقیم نیز تأثیر منفی روی محیط‌زیست ندارند باید در نظر گرفته شود. برای مثال، در بسیاری از کشورها بازیافت آسفالت یک روش رایج می‌باشد. در کشورهای اروپایی تقریباً تمامی RAP^۱ بازیافت می‌شود. برای کنترل کیفیت آسفالت جدید تولید شده با RAP، سیستم‌های کنترل کیفی مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولاً برای تعیین نوع قیر مورد استفاده، باید قیر آسفالت قدیمی را از نظر ویسکوزیته مورد بررسی قرار داد. افزایش استفاده از بسیاری از پلیمرها، افزودنی‌ها، جوان‌سازها^۲ و غیره به این معنی است که تنوع RAP بالا بوده و تأثیر آن بر روی سیستم بازیافت افزایش خواهد یافت. در نتیجه، این احتمال وجود دارد که در آینده پیمانکارها از بازیافت برخی از انواع آسفالت سر باز زنند (به این علت که یا بازیافت آن غیرممکن است یا به خاطر موارد گفته شده ممکن است ریسک بالایی در بر هم زدن سیستم بازیافت داشته باشد).

بهترین کاربرد از این مدل، استفاده از آن در سطح ملی است نه در سطح قراردادی. چرا که کسی مجبور نیست از آن استفاده کند، هر کشور یا هر اداره راه می‌تواند از ضوابط و قوانین خود استفاده نماید. بر اساس نتیجه حاصله از این فرایند، شخص باید انتخاب کند که چه راه حلی قابل قبول است یا اینکه چه مواردی را باید در نظر بگیرد تا ریسک‌ها را متعادل نماید.

بخش‌های زیر شامل مباحثی پیرامون اصول بنیادین سیاست‌های حاکم در زمینه‌ی نوآوری و مشخص نمودن نقاط مثبت و منفی آنها می‌باشد. در مجموع ۸ سیاست با تفاوت‌های عمده زیر شناسایی شد:

1. Reclaimed Asphalt Pavement
2. Rejuvenators

- ریسک مشترکی که بین کارفرما و پیمانکار وجود دارد؛
- فرایند ارزیابی فنی که برای تأیید رفتار و عملکرد نوآوری به منظور استفاده مجدد و توسعه سریع آن انجام می‌گیرد.

فهرستی از سیاست‌هایی که مرور شده‌اند در ادامه ارائه می‌شود:

۱. بکارگیری/اصلاح آیین‌نامه‌های موجود؛
 ۲. هدایت نوآوری توسط اداره راه؛
 ۳. فرایندهای سازمانی ویژه؛
 ۴. برنامه‌ریزی برای موافقت‌نامه‌های فنی و گواهی‌نامه‌ها؛
 ۵. پیشنهاد مهندسی ارزش از سوی پیمانکار قبل از عقد قرارداد؛
 ۶. پیشنهاد مهندسی ارزش از سوی پیمانکار بعد از واگذاری پروژه؛
 ۷. ضمانت عملکرد مناسب در بلندمدت و عملکرد مناسب پایانی پروژه توسط پیمانکار؛
 ۸. مشارکت بخش خصوصی و دولتی.
- در بخش‌های بعدی هر یک از موارد فوق توضیح داده شده‌اند.

۲-۱- بکارگیری/اصلاح آیین‌نامه‌های موجود

آیین‌نامه‌های مبتنی بر عملکرد و کارایی، بر اساس خصوصیات عملکردی روسازی استوار است. این آیین‌نامه‌ها، کارایی‌های محصول را که مرتبط با ایمنی ترافیک، دسترسی، آسایش، محیط زیست و هزینه‌های چرخه‌ی عمر می‌باشد، توصیف می‌کنند. اساس آیین‌نامه‌های مبتنی بر عملکرد و کارایی، مشخص نمودن و هدفگذاری خواسته‌ها، با توجه به عملکرد نهایی روسازی می‌باشد. برای مثال، آیین‌نامه عملکردی مصالح آسفالت در سوئد را بر اساس توضیح PIARC می‌توان به عنوان ترکیبی از عملکرد (عملکرد در طول زمان)، مبتنی بر عملکرد (خصوصیات مکانیکی بنیادین) و خصوصیات نهایی (خصوصیات محصول نهایی) دسته‌بندی نمود.

آیین‌نامه کنونی روسازی در سوئد، ارزیابی روسازی را بر اساس خصوصیات عملکردی آن ممکن می‌سازد. روش‌های کاربردی و مناسب آزمایش برای توصیف مصالح با خصوصیات ساختمانی آنها، یکی از فاکتورهای حیاتی برای ایجاد آیین‌نامه‌های مبتنی بر عملکرد می‌باشد. آیین‌نامه‌هایی که خصوصیات سازه‌ای و عملکردی را با هم به طور مناسب در نظر گرفته‌است، این اطمینان را به ما می‌دهد که مخلوط‌هایی با مصالح قیری برای هدفی که قرار است به کار برده شوند، طراحی شده‌اند. همچنین در نظر گرفتن تأثیر تولید، پخش و تراکم مخلوط‌های آسفالتی در روش‌های آزمایش امری حیاتی می‌باشد. بنابراین فقط نباید محصول نهایی را آزمایش نمود. روش‌های

آزمایش ذکر شده در آیین‌نامه برای کاربردهای رایج انتخاب شده‌اند و باید آنقدر قابل اتکا باشند که بتوان از آنها برای کنترل کیفیت مخلوط‌های آسفالتی و همچنین طراحی مکانیستیک روسازی استفاده نمود.

مبنای آیین‌نامه آسفالت سوئد از نظر عملکرد یا کارایی معرفی الزامات هر لایه از روسازی است نه مخلوط آسفالتی. برای مثال، لایه اساس با توجه به بارگذاری ترافیک و شرایط آب‌وهوایی باید الزاماتی را از جمله مقاومت در برابر ترک‌های خستگی برآورده سازد. با این وجود، آیین‌نامه سوئد مشخص نمی‌کند چه نوع مخلوطی باید در لایه اساس استفاده شود.

بر مبنای استفاده از این آیین‌نامه‌ها، هزینه ساخت مقداری افزایش یافت اما کیفیت کار نیز بالا رفته و پیش‌بینی می‌شود عمر روسازی در حدود ۳۰ درصد بیشتر شده است.

در اسلوونی برای جاده‌هایی با حجم ترافیک بالا، آسفالت ماستیک سنگی (SMA) به عنوان یک لایه مقاوم در برابر خوردگی معرفی گردید. به عنوان بخشی از این معرفی، آیین‌نامه‌های فنی جدیدی به وسیله انجمن روسازی آسفالتی اسلوونی (ZAS) تعریف و در سال ۱۹۹۷ پیوست SMA نیز تدوین گردید^۱ (مشابه آسفالت ZTV آلمان). این آیین‌نامه اصلاح شده توسط ZAS تهیه شد و در سال ۲۰۰۰ به وسیله DRSC (اداره راه‌های اسلوونی) انتشار یافت. مرحله بعدی بکارگیری آیین‌نامه فنی "TSC 06.412:2001: لایه‌های قیر: آسفالت ماستیک درشت‌دانه" (آیین‌نامه فنی برای راه‌ها) در سال ۲۰۰۱ بود. تمامی پروژه‌های SMA که تا کنون کامل شده‌اند (حدود ۵۰۰ کیلومتر) با استفاده از این آیین‌نامه انجام شده‌اند. جزئیات بیشتر در رابطه با این موضوع در سند فنی مربوطه در پیوست الف آمده است.

در اسپانیا، استفاده از آسفالت حاوی خرده لاستیک در همه‌ی راه‌ها اجباری شده است. در ابتدا، برای ساخت قطعات متعددی از راه با استفاده از خرده لاستیک از آیین‌نامه‌ها و روش‌های آزمایش دیگر کشورها استفاده شد. با دستیابی به نتایج موفقیت‌آمیز، مؤسسه‌ی راه اسپانیا این آیین‌نامه‌ها را تدوین نموده و آیین‌نامه‌های اسپانیایی مناسبی برای استفاده در تمامی پروژه‌ها منتشر نمود. از این آیین‌نامه‌ها در پروژه‌های دیگری نیز استفاده شد و با توجه به تجربیات این پروژه‌ها در حال اصلاح می‌باشند.

در پرتغال، استفاده از آسفالت حاوی خرده لاستیک اجباری نیست اما به دلایل زیست‌محیطی استفاده از آن مورد توجه است. از آنجا که آسفالت حاوی خرده لاستیک در استانداردهای اروپایی نمی‌گنجد، سازمان استانداردسازی پرتغال (IPQ)^۲، استاندارد ملی آسفالت حاوی خرده لاستیک شامل مخلوط نهایی و تولید در محل را منتشر نمود. یک دستورالعمل غیراجباری با همکاری آزمایشگاه، دانشگاه‌ها و صنعت نیز توسعه یافت. این دستورالعمل برای پروژه‌هایی دنبال شد که در آنها از خرده لاستیک در بتن آسفالتی استفاده شده است. یک برنامه تحقیقاتی نیز برای اعتبارسنجی کارایی و کاربردی بودن این آیین‌نامه تهیه و ایجاد شد.

1. Annex for SMA of Special Technical Conditions PTP ScS 1989
2. Portuguese Standardization Body

در هلند، اداره راه^۱ که مسئول مدیریت زیرساخت‌ها می‌باشد، قراردادهای خود را از تحویل محصول نهایی^۲ به قراردادهای عملکرد محصول^۳ تغییر داد. بر اساس مهندسی سیستم، مسئولان دولتی خواستار عملکرد و کارایی با سطحی بالا می‌باشند و به این منظور به پیمانکاران این انتخاب را می‌دهند که از روش‌ها، مصالح و فناوری‌هایی برای ساخت استفاده نمایند که منجر به تأمین نیازهای عملکردی روسازی شود. با این حال، با توجه به این حقیقت که ریسک‌های بلندمدت همیشه بر عهده دولت می‌باشد، تنها استفاده از روش‌ها و مصالح تأیید شده مجاز است. هر نوآوری یا روش کار خاص که توسط یک پیمانکار ارایه گردد، قبل از مورد استفاده قرار گرفتن در یک قرارداد، ابتدا باید اعتبارسنجی گردد (به بخش ۳-۳ مراجعه شود).

با مثال‌هایی که در رابطه با آزمون و روباره آهن‌گذاری آورده شد، باید آگاه بود که تنها در حالتی مواد زاید و فرآورده‌های جانبی پذیرفته می‌شوند که از نظر اقتصادی بسیار به صرفه بوده و در آینده منجر به بروز مشکلات احتمالی در بازیافت یا استفاده مجدد از مصالح راه نگردد [PIARC 2008].

۲-۲- هدایت نوآوری توسط کارفرما

برخی ادارات همانند وزارت حمل‌ونقل انتاریو کانادا (MTO)، سمینارهای "نوآوری" را برگزار می‌کنند. در این سمینارها، کارمندان و کارکنان کارفرمایان، مشاوران، دانشگاه‌ها و پیمانکارها نوآوری‌های محتمل برای توسعه و بکارگیری را پیشنهاد داده و بررسی می‌نمایند.

وزارت حمل‌ونقل کبک (MTQ) در کانادا، مرکز انتقال فناوری جاده‌ای کبک (CQTTR)^۴ را که حالا با نام مرکز انتقال فناوری حمل‌ونقل کبک (CQTTT)^۵ شناخته می‌شود، به منظور انتقال دانش و ارتقای تخصص حمل‌ونقل ایجاد نمود. MTQ همچنین به طور مداوم پروژه‌های نوآورانه را حمایت نموده و در پروژه‌هایی برای پیشرفت فناوری مشارکت مالی می‌نماید.

در اسپانیا، قانون اقتصاد پایدار^۶، اهداف مشخصی از جمله استفاده اجباری از خرده لاستیک تایر خودروها در آسفالت را تعریف می‌کند. این استفاده از نوآوری، پیمانکار را در دستیابی به اهداف این قانون کمک می‌کند.

در سال ۲۰۰۵ در آفریقای جنوبی، روسازی بتنی مسلح پیوسته بسیار نازک (UTCRCP) به وسیله اداره راه‌های آفریقای جنوبی (SANRAL) معرفی شد. این تکنولوژی در اسکاندیناوی در روسازی‌های بتنی برای مناطق صنعتی توسعه یافت و پس از آن برای مقاوم‌سازی عرشه پل‌های فولادی استفاده گردید. فرآورده حاصل، یک روسازی بتنی با مقاومت بالا، به شدت مسلح و بسیار نازک (۵۰ میلی‌متر) است که حاوی الیاف پلی‌پروپیلن و فولاد

1. Rijkswaterstaat

2. Service Delivery

3. Performance Contracts

4. Centre Québécois de Transfert de Technologie Routière

5. Centre Québécois de Transfert des Technologies des Transports

6. Lay de Economia Sostenible

می‌باشد. در این مورد، UTCRCP به تنهایی به عنوان لایه سطحی روسازی استفاده شد. این نوآوری به وسیله SANDAL شناسایی و بنیان نهاده شد. تحقیقات آن به وسیله شورای پژوهش‌های علمی و صنعتی (CSIR)^۱ به انجام رسید و همزمان با افزایش تجربیات پیمانکار، به صورت یک آیین‌نامه استاندارد تدوین شد.

در ایالات متحده، لایحه صلاحیت راه‌های ملی (SAFETEA-LU)، منابع مالی برای انجام تحقیقاتی را مهیا می‌کند که منجر به توسعه فناوری و نوآوری می‌گردد. این منابع مالی که سالانه ۲۶ میلیون دلار می‌باشد، برای توسعه فناوری از طریق پژوهش، تکمیل پروژه‌های آزمایشی، برگزاری کارگاه‌ها، کنفرانس‌ها، همکاری با سازمانهای سرمایه‌گذار و غیره استفاده می‌شود.

برنامه تحقیقاتی حمل‌ونقل زمینی، تحقیقاتی بنیادین و بلندمدت را با اهدافی چون بررسی برخی نقاط ضعف در تحقیقات کنونی، مشکلاتی با اهمیت ملی و تحقیقات مرتبط با سیاست و برنامه‌ریزی را عنوان می‌نماید. تمامی فعالیت‌های تحقیقاتی که شامل بخشی برای اندازه‌گیری کارایی و ارزیابی می‌باشد، نتیجه محور بوده و لذا باید با برنامه راهبردی توسعه فناوری و تحقیق سازگار باشد.

در سال ۲۰۰۷ در سوئد، آسفالت حاوی لاستیک بازیافت‌شده به روش مرطوب آریزونا^۲، به وسیله اداره راه سوئد (SRA)^۳ به صنعت روسازی معرفی شد. این فرایند در ابتدا در ایالت آریزونا آمریکا مورد استفاده قرار گرفت. علت اصلی استفاده از این فناوری در سوئد، ارتقا و بهبود عملکرد روسازی بود. دوام بیشتر، کاهش خوردگی ناشی از آج تایرها و کاهش آلودگی صوتی از اهداف پروژه بودند. پس از بررسی مفصل و بازدیدهای متعدد از سایت‌های تولید در دیگر کشورها، SRA تصمیم گرفت تجهیزات لازم برای تولید بیندر آسفالتی حاوی لاستیک را اجاره نماید. تعدادی پژوهش آزمایشگاهی نیز برای بررسی تأثیر استفاده از آسفالت حاوی خرده لاستیک بر محیط زیست انجام گرفت. SRA، تجهیزات، خرده لاستیک و دانش را برای پیمانکارها در پروژه‌های مشخص روسازی مهیا نمود و بدین ترتیب ریسک شکست بین پیمانکار و SRA تقسیم شد.

۲-۳- فرایندهای سازمانی ویژه

بسیاری از ادارات راه در ارتقای نوآوری برای پروژه‌های حمل‌ونقل بسیار فعال هستند. به طور کلی، این برنامه‌ها به کمک حمایت‌های پژوهشی و توسعه‌ای برای پاسخگویی به نیازهای تعریف‌شده توسط کارفرما، ترویج می‌شوند. نتایج چنین فرایندهایی بسیار متغیر است، از نتایج تحقیق گرفته تا ارزیابی مصالح و محصولات جدید با در نظر گرفتن زمینه کاربرد و پیش‌بینی خصوصیات فنی مورد نیاز در یک فرایند طراحی روسازی.

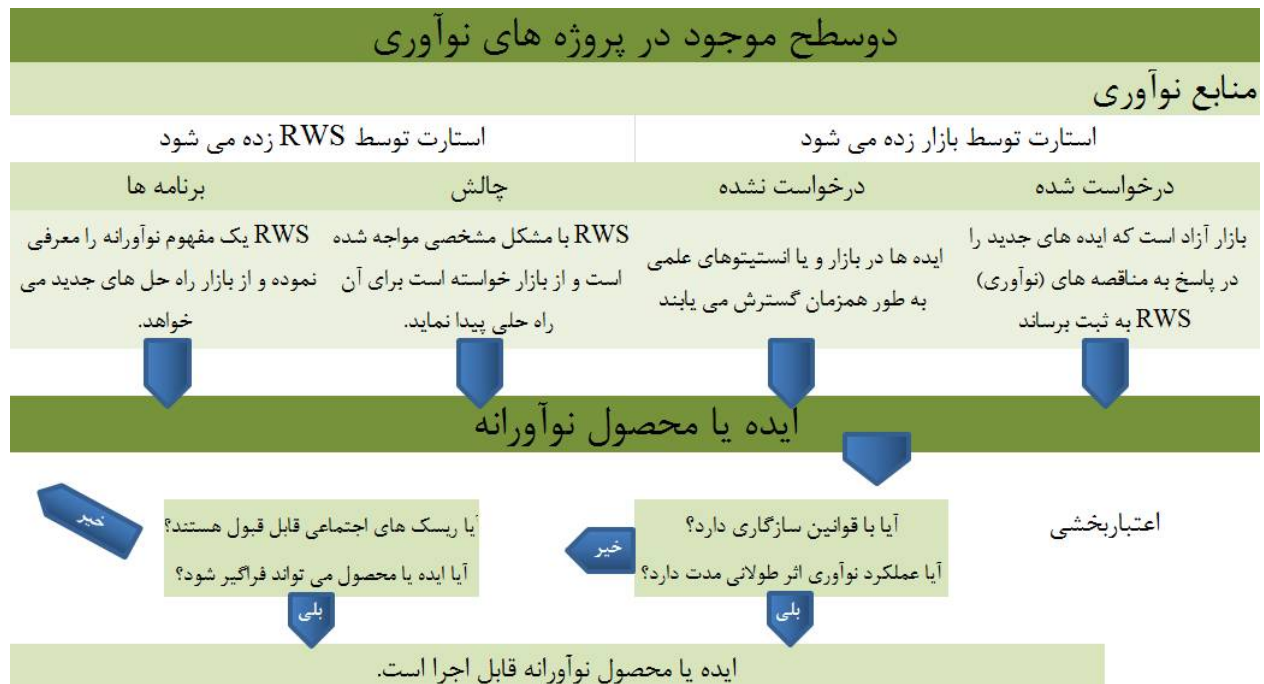
1. Council for Scientific and Industrial Research
2. Arizona Wet Method
3. Swedish Road Administration

هلند

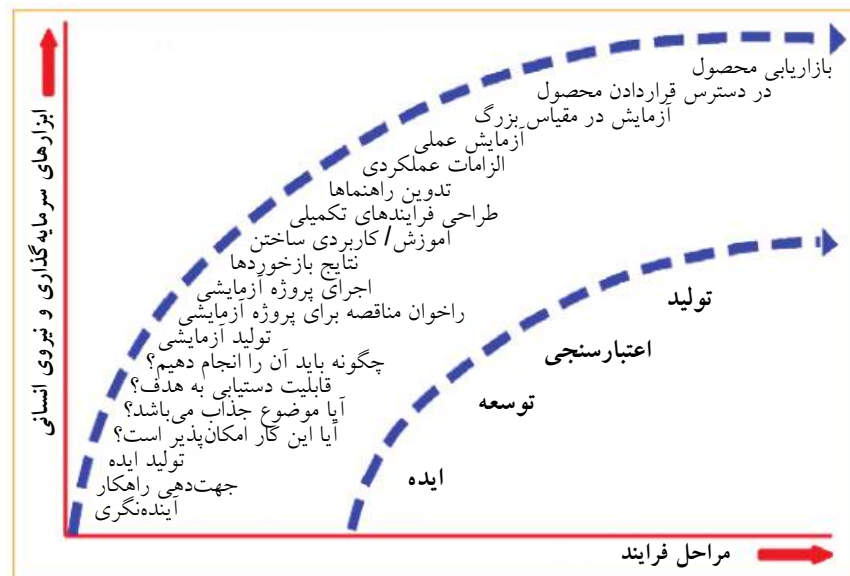
پروژه "راههایی به سوی آینده" که به وسیله اداره راه هلند (RWS)، تأمین مالی شد، حاوی اجزایی کلیدی برای کمک به ظهور سریع روش‌های ترمیم و نگهداری می‌باشند. این امر با کاهش یا تقسیم ریسک‌ها و مسئولیت‌های قانونی مربوط به نوآوری، میسر می‌شود. این پروژه، حامی برگزاری مناقصه بین پیمانکارانی است که بعداً به وسیله RWS رتبه‌بندی و تأمین مالی می‌شوند تا فواید نوآوری را ارزیابی نموده و نسبت به ساخت نمونه اولیه آن اقدام نمایند. در شکل ۲ چهار منبع احتمالی نوآوری و اعتبارسنجی آنها نشان داده شده است. ایده‌های نوآوری‌ها می‌توانند به وسیله خود بازار یا در پاسخ به یک درخواست یا چالش از طرف RWS ایجاد گردند. سپس اجرایی و معتبر بودن ایده‌های نوآوری بررسی می‌گردد: آیا با قوانین سازگاری دارند؟ آیا تأثیر هدف نوآوری تا زمان زیادی باقی خواهد ماند و آیا ریسک آن قابل قبول است؟ RWS گروه‌های خاصی را برای بررسی نوآوری‌ها تشکیل داده است که به شرح زیر می‌باشند:

- WNT: راههایی به سوی آینده،
- WINN: آب به عنوان منبعی برای نوآوری،
- IPG: برنامه ابتکاری کاهش سروصدا،
- IPL: برنامه‌ی ابتکاری کیفیت هوا.

هر یک از این گروه‌ها نقش مهمی را در پرورش و اعتباردهی به پیشنهادهای نوآورانه ایفا می‌کنند.



شکل ۲. دو سطح موجود در پروژه‌های نوآوری (Rijkswaterstaat)



شکل ۳. نوآوری از ایده تا تولید و اجرا (اداره راه هلند)

فرایندی که در هلند بنیان نهاده شده است، با تولید ایده ها و مفاهیمی آغاز می شود که مبتنی بر آینده نگری بوده و به دنبال آن یک مرحله حذفی برای شناسایی محتمل ترین ایده ها و مفاهیم می آید. این فرایند می تواند منجر به اعتباربخشی مفهومی پروژه آزمایشی گردد. به محض اینکه مفهوم اعتباربخشی شد، وارد مرحله تولید کامل و نظارت بلندمدت می گردد.

فنلاند

در فنلاند، سازمان ملی فناوری (Tekes) برنامه ای ملی تدوین نمود. طراحی این برنامه به منظور توسعه فعالیت هایی است که دستیابی به نوآوری را برای بازارهای جدید و رقابت های بین المللی تسریع می کند. این برنامه از پروژه های فراوانی که به وسیله دولت، دانشگاه ها و بخش خصوصی انجام می گیرد، حمایت می کند و شامل موارد زیر می باشد:

- تدوین راهنماهای توسعه پایدار، روش های کار، محصولات و مصالح؛
- ارزیابی و بررسی داده های رادار نفوذی در زمین؛
- تجهیزات خودکار نگهداری راه؛
- سطوح بی صدا و کم صدا برای سطح جاده ها؛

- استفاده از فناوری حسگر برای پایش وضعیت زیرساخت‌ها؛
 - الزامات عملکردی برای قراردادهای نگهداری؛
 - روش‌های ابتکاری تدوین قرارداد؛
 - فناوری‌های جدید برای مدیریت زیرساخت‌های زیرزمینی.
- از اهداف این پروژه می‌توان به حمایت از کارآفرینان فنلاندی، ایجاد فعالیت‌های اقتصادی جدید، گسترش و ارتقای تحقیقات فنلاندی‌ها در سطح بین‌المللی و بهبود همکاری بین عناصر تحقیق و تجارت می‌باشد.

ایالات متحده آمریکا

- در ایالات متحده، تعداد زیادی برنامه ابتکاری در زمینه حمل‌ونقل وجود دارد که به وسیله دولت فدرال و سازمانهای ایالتی تأمین مالی می‌شوند. FHWA، برنامه "راههایی برای زندگی" (HfL) را ارایه نموده است که در اصل سرمایه‌گذاری در نوآوری برای افزایش عمر راهها می‌باشد. این امر با بکارگیری فناوری‌هایی اثبات‌شده و ترویج استفاده گسترده از این فناوری‌ها یا فرایندها ممکن می‌شود. سه هدف HfL به قرار زیر است:
- ارتقای ایمنی در طول مدت ساخت و پس از آن؛
 - کاهش تراکم ترافیک ناشی از ساخت‌وساز؛
 - بهبود کیفیت راه به عنوان یک زیرساخت.
- به باور FHWA در حال حاضر نوآوری‌های زیادی در دسترس است که استفاده از آنها منجر به سود قابل توجهی برای ادارات راه، پیمانکارها و عموم کاربران می‌گردد. برخی موضوعاتی که HfL به آنها اشاره نموده است، عبارتند از:
- قراردادهای ابتکاری؛
 - تراکم هوشمند؛
 - موانع متحرک در کارگاه‌های راهسازی؛
 - سیستم‌ها و اجزای پلهای پیش‌ساخته؛
 - سیستم‌های روسازی با بتن پیش‌ساخته؛

- بتن خودمتراکم؛
- کاربرد میکروسیلیس در بتن با کارایی بالا؛
- تریلرهای چندتکه ویژه حمل بارهای بسیار سنگین؛
- اجرای بتن بر روی آسفالت؛
- سیستم خودکار نصب علائم برجسته روسازی؛
- تحلیل گر هوشمند تراکم آسفالت.

جزئیات بیشتر در خصوص HfL در نشانی زیر در دسترس می‌باشد:

http://www.fhwa.dot.gov/hfl/map_description/map_description.cfm

یکی از موانع موجود در مقابل نوآوری می‌تواند منابع مالی باشد. اما در بسیاری از موارد این موانع مرتبط با فرایندهای برگزاری مناقصه و انتخاب پیمانکار می‌باشد. برای مثال، تا پیش از دهه ۹۰ میلادی، برای بسیاری از ادارات راه در ایالات متحده به علت قوانین مالکیت فدرال (FAR)^۱، در پروژه‌های حمل‌ونقلی مجاز به استفاده از روش طرح و ساخت نبودند.

از ۱۹۹۰، FHWA به وزارتخانه‌های حمل‌ونقل اجازه داد تا روش‌های قراردادی غیرمرسوم را تحت یک برنامه به نام "پروژه خاص آزمایشی شماره ۱۴ (Sep-14)"^۲ - انعقاد قرارداد به صورت ابتکاری^۳ ارزیابی نماید. هدف نهایی Sep-14 این بود که به ادارات راه و حمل‌ونقل اجازه دهد با استفاده از گزینه‌های مختلف قراردادی و با هزینه کمتر، سرعت ساخت پروژه‌ها را افزایش دهد و در عین حال سود پیمانکار و کیفیت محصول تغییری نکند. در ابتدا، روش‌های قراردادی که برای انجام ارزیابی تأیید شد عبارتند از: قرارداد زمان-هزینه^۴، اجاره خط^۵، طرح و ساخت و بندهای تضمینی. پس از یک دوره ارزیابی، FHWA به این نتیجه رسید که هر چهار روش برای استفاده در کارهای اجرایی (غیرآزمایشی) مناسب هستند.

امروزه، Sep-14 به عنوان یک برنامه آزمایشی کارآمد پابرجاست که می‌تواند برای ارزیابی روش‌های قراردادی غیرمرسوم و جدید مورد استفاده قرار گیرد. در حقیقت، عنوان "قراردادهای دیگر"^۵ توصیف بهتری را نسبت به "قرارداد نوآورانه" ارائه می‌دهد؛ چرا که برخی از این روش‌ها به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند و دیگر از

1. Federal Acquisition Regulations
 2. Special Experimental Project No.14
 3. Cost-time bidding
 4. Lane Rental
 5. Alternative Contracting

نظر برخی ادارات راه نوآورانه به حساب نمی‌آیند. در سال ۲۰۰۲، عنوان Sep-14 از "قرارداد نوآورانه" به "قراردادهای دیگر" تغییر یافت.

کانادا

در کانادا، نوآوری در حمل‌ونقل در سطوح متعددی از صنعت و دولت یافت می‌شود. برای مثال، اداره مالیات بر درآمد کانادا^۱ امکان دسترسی به "برنامه پژوهش علمی و توسعه تجربی (SR&ED)"^۲ (یک برنامه تشویقی مالیاتی فدرال) را برای تمامی ارگانهای تحت کنترل دولت کانادا فراهم می‌آورد. هدف از این برنامه ترویج تحقیق و توسعه است که منجر به تولید فرایندها و محصولات جدید و ارتقایافته می‌گردد. بنیاد نوآوری کانادا (CFI)^۳ یک تشکیلات بالادستی و تحت نظارت دولت کانادا است که در سال ۱۹۹۸ تأسیس شده و هدف آن تأمین مالی زیرساخت پژوهشی کانادا می‌باشد. این سازمان، به منظور ارتقای سطح پژوهش و فناوری کانادا، تأمین مالی دانشگاه‌ها، کالج‌ها و مؤسسات پژوهشی کانادایی را بر عهده دارد. دیگر سازمانهای دولتی فدرال مانند شورای ملی پژوهش (NRC)^۴، پژوهش بنیادی را از طریق برنامه تأمین مالی مطالعات^۵ یا در مورد سازمان حمل‌ونقل کانادا از طریق برنامه‌های اصلی فدرال مانند ابتکار مرز آمریکا/کانادا^۶ انجام می‌دهد.

انجمن حمل‌ونقل کانادا (TAC)^۷، یک انجمن ملی از ادارات راه و حمل‌ونقل، مشاوران و پیمانکاران کانادایی است است که مسئول ارتقای زیرساخت حمل‌ونقل در کانادا می‌باشد. اعضای TAC از تحقیق و توسعه در زمینه حمل‌ونقل که عموماً توسط دانشگاه‌ها و مشاوران انجام می‌گیرد، حمایت می‌کنند.

فرانسه

برای سال‌های متمادی، بخشی در وزارت محیط زیست، انرژی و توسعه پایدار که مسئول مدیریت جاده‌ها و راههای ملی در فرانسه می‌باشد، نوآوری را از طریق دستورالعمل‌هایی خاص برای تسهیل ظهور و توسعه مصالح و محصولات جدید در صنعت ساخت راه، ترویج می‌کند. این بخش قبلاً به نام "مؤسسه نوآوری" و اکنون با عنوان "کمیته نوآوری در راه"^۸ موسوم است.

-
1. Canada Revenue Agency
 2. Scientific Research and Experimental Development
 3. Canada Foundation of Innovation
 4. National Research Council
 5. Pooled fund studies
 6. Canada/U.S. border initiative
 7. Transportation Association of Canada
 8. Committee for Road Innovation

از سال ۲۰۰۶ دستورالعمل جدیدی با همکاری مالکان راههای اصلی، صاحبان امتیاز و مسئولان محلی به کار می‌رود. هدف اصلی برنامه، پایدار نمودن توسعه انجام شده توسط پیمانکارها و بخش‌های پژوهشی آنها می‌باشد که به آنها اجازه می‌دهد از طریق برنامه‌های آزمایشی خاص مورد ارزیابی قرار گیرند.

هر ساله کمیته‌ای متشکل از مدیران راه و نمایندگان مالکان راه، نیازها و اولویتهای ساخت راه، نگهداری و مدیریت را تشریح می‌کند. برای مثال در سال ۲۰۱۰ اولویت به موارد زیر داده شده بود:

- بهینه‌سازی استفاده از شبکه راههای نیمه‌شهری؛

- پایایی و دوام پلها؛

- مصالح بادوام.

به محض مشخص شدن اولویت‌ها، فراخوان پیشنهادات برای پیمانکاران علاقمند منتشر می‌گردد. هیأتی از داوران مرتبط‌ترین و مناسب‌ترین پیشنهادات را انتخاب نموده و برنامه‌ای آزمایشی برای ارزیابی محصول، مصالح یا فرایندهای پیشنهادی پیمانکار تعریف می‌کند. این برنامه آزمایشی برای گسترش زمینه‌های کاربرد و سپس صدور اجازه انتشار نوآوری در نظر گرفته شده است.

۲-۴- توافقتنامه‌های فنی و برنامه‌های اعطای گواهینامه

فهرست مفصلی از موافقت‌نامه‌های نوآوری/برنامه‌های اعطای گواهینامه در ادامه ارائه می‌شود:

فرانسه

در فرانسه، موافقتنامه‌های فنی برای ساخت راه در دهه ۹۰ میلادی توسط وزارت حمل‌ونقل فرانسه توسعه یافت که هدف آنها ارزیابی رفتار و عملکرد مصالح، محصول یا تجهیزات جدیدی بود که در رابطه با آنها در استانداردهای ملی مطلبی ذکر نشده و فقط توسط یک پیمانکار پیشنهاد شده بودند. برنامه‌های مشخص مبتنی بر تست‌های آزمایشگاهی، تست‌های در محل با بررسی چشمی و مدل‌ها و معیارهای مکانیکی می‌باشد که توسط سازمانهای فنی (LCPC و SETRA) در فرانسه تعریف می‌شود. پس از ایجاد برنامه، یک موافقتنامه فنی تهیه می‌شود که حاوی مطالب زیر است:

- زمینه‌های کاربرد فناوری نوآورانه (نوع راه، ترافیک، آب‌وهوا و ...)

- عملکرد فنی مورد انتظار و تعیین شده در قرارداد؛

- پیشنهاد برای اجرا و نظارت بر نوآوری.

این موافقتنامه فنی به پیمانکار اجازه می‌دهد محصولی که توسط استانداردهای موجود پوشش داده نشده است را به بازار ارایه کند. مثال‌هایی از این موافقتنامه‌ها در نشانی زیر قابل دسترس می‌باشد. همچنین یک تالار گفتگوی ملی با نام "مؤسسه راهها، خیابان‌ها و زیرساخت برای جابجایی" (IDRRIM)^۱ برای مبادله فناوری‌ها ایجاد شده است:

<http://www.setra.equipment.gouv.fr/Avis-techniques-en-cours-de.html>

<http://www.cftr.asso.fr>

<http://www.idrrim.org>

آفریقای جنوبی

دستورالعملی که توسط آژانس ملی راه آفریقای جنوبی (SANRAL) برای انتقال فناوری‌ها و محصولات جدید به کار گرفته شده است، "Agrément SA" نام دارد که یک سیستم ارزیابی و اعطای گواهی‌نامه می‌باشد. لغت Agrément در زبان فرانسه به معنی تأیید یا رضایت می‌باشد. این هیأت در سال ۱۹۶۹ به عنوان یک عامل مستقل و هدفمند بنیان نهاده شد و هدف آن ارزیابی تناسب یک محصول ساختمانی با اهداف می‌باشد که در استانداردها نیامده است.

هیأت تأیید آفریقای جنوبی کارشناسی محصولات بدون آیین‌نامه را انجام می‌دهد و هیأت استاندارد آفریقای جنوبی (SABS) را کامل می‌کند. همچنین روابطی بین‌المللی با فدراسیون جهانی سازمان ارزیابی فنی (WFTAO)^۲ دارد. فرایند ارزیابی و تأیید صلاحیت روند در هفت مرحله انجام می‌شود:

مرحله ۱: ارزیابی داده‌های متقاضیان؛

مرحله ۲: ارزیابی کنترل بر روی تولید؛

مرحله ۳: تست‌های آزمایشگاهی؛

مرحله ۴: نصب سیستم؛

مرحله ۵: دوره آزمایشی عملکرد سیستم (در صورت قابل اجرا بودن)؛

مرحله ۶: تأیید صلاحیت؛

مرحله ۷: پایش.

به طور کلی باید هر مرحله با موفقیت پشت سر گذاشته شود و در صورت مناسب بودن نتایج، قبل از شروع مرحله بعدی گزارشی منتشر می‌گردد. البته، مراحل ۱ تا ۵، در صورت موجود بودن تمامی داده‌های مورد نیاز،

1. Institute for Roads, Streets and Infrastructure for Mobility
2. World Federation of Technical Assessment Organization

می‌توانند به صورت همزمان انجام گیرند. متقاضی در هر مرحله باید این انتخاب را داشته باشد که در صورت اعلام "شکست" از سوی سیستم، از برنامه خارج شود تا بتواند الزامات را برآورده نماید. تمامی سیستم‌ها باید حداقل در ۳ سایت، در بازه حداقل ۲ ساله و تحت شرایطی متناسب با کلاس انتخابی، عملکرد مطلوبی را نشان دهند. یکی از این سایت‌ها باید در طول دوره ۲ ساله توسط Agrément SA یا نماینده آن نظارت شود. داده‌های موجود که در طول دوره آزمایشی راه و برای تأییدهای سازمانی به دست آمده است، قابل قبول Agrément SA خواهد بود. در صورت عدم وجود داده یا داده‌های ناکافی در طول دوره آزمایشی، لازم است طرح نظارتی مناسبی تدوین شود که تمامی مسئولیت‌ها و ریسک‌ها را در طول دوره ۲ ساله‌ی ارزیابی برای متقاضیان، مشخص کند.

با صلاح‌دید Agrément SA، یک گواهینامه موقت بر اساس نتایج تست‌های آزمایشگاهی و دیگر داده‌های موجود تهیه می‌شود که تا زمان تکمیل تمامی تست‌های میدانی در حالت تعلیق قرار دارد. در جایی که نوع سیستم یا بخشی از آن بر اساس اطلاعات قابل اثبات، از طرف Agrément SA یا نماینده آن تأیید شود، داده‌های آزمایشگاهی موجود با هدف ارزیابی در مراحل ۳ تا ۵ مورد استفاده قرار می‌گیرد. مناسب بودن داده‌های آزمایشگاهی موجود نیز به وسیله Agrément SA تأیید می‌شود.

Agrément SA، با همفکری کارگروه بخش صنعت، حق دارد در هر زمان که تشخیص دهد، درخواست تست‌های مورد نیاز برای تصدیق و ارزیابی را صادر نماید. هزینه تمامی این آزمایش‌ها به عهده متقاضی خواهد بود. گواهینامه تنها به سیستمی داده خواهد شد که مراحل ۱ الی ۶ را به صورت کاملاً موفق به اتمام رساند. جزییات بیشتر این روند در تارنمای زیر ارائه شده است.

www.agrementsa.za

بریتانیا

در بریتانیا، طرح تصویب محصولات ادارات راه (HAPAS)^۱ با وظیفه ایجاد تدارکات لازم برای تأیید محصولات، مصالح و سیستم‌های نوآورانه در راه‌ها و نواحی وابسته و همچنین از بین بردن نیاز به شرکت‌های مستقل برای انجام ارزیابی‌ها و آزمایش‌های خودشان به وجود آمد. این طرح به وسیله اداره راه‌های بریتانیا^۲ و هیأت تصویب بریتانیا (BBA)^۳، به همراه گروه‌های خاص دیگر با اعضای از ارگانهای متخصص در زمینه راه‌ها ایجاد شده است. HAPAS به وسیله BBA مدیریت می‌شود، نظارت بر آن توسط کمیته مشورتی تخصصی راه‌ها (HiTAC) انجام می‌شود و گواهینامه‌ها توسط BBA و با پیشنهاد HiTAC صادر می‌گردد. گروه‌های متخصص به وسیله HiTAC برای هر نوع محصول تشکیل می‌گردد. اطلاعات بیشتر در نشانی زیر در دسترس می‌باشد.

www.bbacerts.co.uk

1. Highway Authorities Product Approval Scheme
2. U.K. Highways Agency
3. British Board of Agreement

هلند

در هلند برای مصالح جدید از یک فرایند اعتبارسنجی استفاده می‌گردد که در حقیقت تأیید فنی برای استفاده از آنها می‌باشد (بخش ۳-۳). این امر به کارفرما اجازه می‌دهد تجربیات خود را همزمان با سپری شدن دوره عملکرد این مصالح جدید افزایش داده و برای مقایسه مصالح جدید با مصالح مرسوم از تحلیل‌های هزینه چرخه عمر استفاده نماید. آگاهی از عملکرد مورد انتظار نیز برای مقایسه مناقصه‌هایی که بر اساس هزینه چرخه عمر می‌باشند، لازم است.

۲-۵- پیشنهادهای مهندسی ارزش از سوی پیمانکار قبل از انجام مناقصه

مهندسی ارزش (VE)^۱ رویکردی سازمان‌یافته و خلاقانه است که وظیفه‌اش بهینه‌سازی هزینه یا کارایی یک تسهیلات یا سیستم می‌باشد. به وسیله مجموعه‌ای از روندهای ارزیابی بسیار سختگیرانه، از هزینه‌های غیر ضروری پیشگیری می‌شود که منجر به ارتقای اقتصادی و ارزشی می‌گردد. رویکرد مهندسی ارزش، از طریق آنالیز کارکردها مدیریت می‌شود. این رویکرد توجه بیشتری به حذف و اصلاح مواردی می‌نماید که هزینه را، بدون تأثیر بر کاربرد مورد نیاز، اضافه می‌کند. در طول این فرایند تمامی مخارج اعم از طراحی، ساخت، نگهداری، عملیات، جایگزینی و ... در نظر گرفته می‌شود.

در بسیاری از کشورها در فرایند دعوت به مناقصه، به پیمانکار اجازه داده می‌شود راه‌حل‌های فنی خود را چه در مورد مصالح و محصولات و چه در زمینه فرایند ساخت، پیشنهاد دهند. در چنین مواردی، پیمانکاران می‌توانند پیشنهاد نوآوری بدهند. در این موارد، پیمانکار یک بازه ضمانت مشخص می‌کند که در صورت بروز هرگونه مشکل در نوآوری، اقدامات لازم را انجام خواهد داد.

قراردادهای آلترناتیو^۲ در مناقصه‌ها، قراردادهایی با دو یا چند گزینه برای ساخت می‌باشند؛ مثلاً بتن آسفالتی در مقابل انواع روسازی بتنی. کشورهای متعددی برای افزایش رقابت و کاهش قیمت، از این رویکرد استفاده می‌کنند.

آفریقای جنوبی

در آفریقای جنوبی، پیمانکار فقط در صورتی می‌تواند پیشنهاد جایگزین در مناقصه بدهد که در کنار آن پیشنهاد مناقصه‌ی اصلی را به صورت کامل داده باشد. پیشنهاد جایگزین به همراه پیشنهاد مناقصه اصلی ارائه شده و علاوه بر آن یک برنامه زمان‌بندی نیز برای مقایسه مناقصه جایگزین و مناقصه اصلی ارائه می‌گردد. شرکت‌کننده در مناقصه باید در فاصله زمانی بیش از دو هفته مانده به مهلت ذکر شده در اسناد مناقصه، پیشنهاد جایگزین خود را

1. Value Engineering
2. Alternative bids

(شامل اصلاحات اعمال شده به طرح)، به برگزارکننده مناقصه اعلام نماید. پیشنهاد جایگزین باید شامل اطلاعات کافی به صورت شکل، محاسبات و آنالیز قیمت باشد. یک پیشنهاد خوب آن است که با تمامی بندها، شرایط و دستورالعمل‌های موجود در اسناد مناقصه بدون انحراف از مصالح یا کیفیت، هم‌نواپی داشته باشد. انحراف از مصالح و کیفیت از نظر کارفرما آن است که:

- محدوده، کیفیت یا عملکرد کارها، سرویس‌ها یا منابع شناسایی شده رابه طور منفی تحت تأثیر قرار دهد؛
- ریسک‌ها و مسئولیت‌های شرکت‌کننده در مناقصه یا برگزارکننده مناقصه را در پیمان تغییر دهد؛
- جایگاه رقابتی شرکت‌کنندگان در مناقصه را تحت تأثیر قرار دهد.

قیمت‌های پیشنهادی اصلاح شده باید شامل مبلغی معادل ۵ درصد مبلغ مناقصه گزینه جایگزین باشد تا هزینه‌های پذیرش جزییات طراحی قبل از ساخت را پوشش دهد.

ایالات متحده آمریکا

وزارت حمل‌ونقل فلوریدا (FDOT) برای پروژه جایگزینی پل خلیج اسکامیا (I-10)، که علت آن طوفان ایوان در سال ۲۰۰۴ بود، از مهندسی ارزش استفاده نمود. به عنوان نتیجه استفاده از مهندسی ارزش، پیشنهاد مناقصه پروژه ۲۰ میلیون دلار کمتر از پیش‌بینی اصلی به دست آمد. این در حالی است که سطح کیفیت و کارایی تغییر نمود. پس از آن، FDOT از مهندسی ارزش و قراردادهای طرح/ساخت در پروژه‌های حمل‌ونقلی استفاده زیادی نمود. بسیاری از کارفرمایان راه در ایالات متحده برای در نظر گرفتن تخصص در ساخت در فازهای اولیه پروژه، مطالعات "قابلیت ساخت"^۱ را انجام می‌دهند. بدین ترتیب از یک طراحی کم‌هزینه، قابل ساخت و دارای قابلیت برگزاری مناقصه اطمینان حاصل می‌نمایند. شرکت‌های پیمانکار به این نتیجه رسیده‌اند که انجام مطالعات قابلیت ساخت به طور رسمی، علاوه بر کاهش هزینه و زمان کل ساخت، مشکلاتی را که ممکن است تا شروع کار فیزیکی خود را نشان ندهند، آشکار می‌نماید. برای مثال با استفاده از این مطالعات، بررسی‌های قابلیت ساخت، برای شناسایی منابع و مصالح جایگزین، فضاهای اضافی برای انجام عملیات، روش‌های مختلف کاهش تأثیرات زیست‌محیطی و روش‌های مختلف نمایش واقعی ساخت پروژه با موفقیت انجام شده است.

وزارت حمل‌ونقل کارولینای شمالی (NCDOT)^۲ اعلام نموده است مطالعات قابلیت ساخت، در پروژه‌های بزرگ بازسازی و قراردادهای نوسازی برای آزادراه‌های شهری با حجم ترافیک بالا و دارای اهمیت، در کاهش تأثیرات زیست‌محیطی بسیار مؤثر بوده است. این وزارتخانه ایالتی، نمایندگان پیمانکاران کارولینای شمالی را مجاب نمود تا

1. Constructability

2. North Carolina Department of Transportation

مطالعات امکان‌سنجی ساخت راه را انجام دهند. NCDOT در همان ابتدا متوجه شد مطالعات امکان‌سنجی ساخت منجر به کاهش قابل ملاحظه‌ای در زمان کل قرارداد، هزینه‌های ساخت، هزینه‌های کاربران راه و بهبود طرح کنترل ترافیک می‌شود.

۶-۲- پیشنهادهای مهندسی ارزش توسط پیمانکاران بعد از برگزاری مناقصه

پس از انجام مناقصه، برخی ادارات راه به پیمانکار برگزیده اجازه تغییر پیشنهاد مهندسی ارزش را می‌دهند. معمولاً پیشنهادهای تغییر مهندسی ارزش، توسط پیمانکار به یک کارفرما (اداره راه) ارایه می‌گردد. پس از آن، کارفرما پیشنهاد تغییرات را برای تعیین میزان صحت و ریسک آن مطالعه می‌کند. یک بررسی کامل پیرامون کاهش‌های احتمالی در هزینه‌ها انجام گرفته و این مبالغ بین پیمانکار و کارفرما تقسیم می‌شود. در برخی مواقع طراح نیز در این مبلغ سهیم می‌شود.

۷-۲- قراردادهای با ضمانت بلندمدت و قراردادهای عملکرد نهایی

رویکردی که در گذشته به وسیله بسیاری از کارفرمایان در انجام پروژه‌های ساخت و نگهداری راه اتخاذ می‌شد، از طریق دستورالعمل‌های تجربی بود. با استفاده از تجربیات پیشین، دستورالعمل‌هایی تدوین شد و مصالح و روش‌های ساخت آزمایش و بررسی گردید تا اطمینان حاصل گردد که محصول نهایی اهداف مورد نظر را برآورده می‌سازد. این نوع از قراردادها نتوانسته‌اند با ماهیت نوآوری هماهنگ شوند. طراحان و پیمانکاران عموماً از قوانینی پیروی می‌کنند که توسط اداره راه وضع شده است. بسیاری از کشورها در حال حرکت به سمت قراردادهای ضمانت بلندمدت و قراردادهای عملکرد نهایی می‌باشند.

بهترین موقعیت برای ایجاد یک نوآوری، آزاد گذاشتن یک کارآفرین یا نوآور در انتخاب می‌باشد. این امکان وجود دارد که کارفرما، طراح و پیمانکار را به وسیله آیین‌نامه‌های عملکرد نهایی، برای ابداع راه‌حل‌های خلاقانه به چالش بکشد. این امر به طراح و پیمانکار اجازه می‌دهد به شرط فراهم آوردن الزامات عملکردی نهایی، از راه‌حل‌های متفاوتی بهره جویند. برای مثال، در وزارت حمل‌ونقل اوهایو (ODOT)، برای پروژه‌های ساخت روسازی بتنی، پیمانکار می‌تواند این انتخاب را داشته باشد که درزهای عرضی را اره نموده و پر نماید و یا فقط برش دهد. هر چند، در صورتی که درزها دقیقاً مطابق با عملکرد مورد تقاضای کارفرما عمل نکنند، پیمانکار موظف است دال‌های بتنی تخریب‌شده را ترمیم یا تعویض نماید. آیین‌نامه‌های عملکرد نهایی به نوآور این آزادی را می‌دهد که نوآوری

دیگری انجام دهد. با این حال برای هر دو طرف لازم است از نسبت $\frac{\text{قیمت}}{\text{عملکرد}}$ یک نوآوری اطمینان داشته باشند، بدین معنا که عملکرد باید یک عامل شناخته شده باشد.

بسیاری از ادارات راه قراردادهای ضمانت بلندمدت را مورد آزمایش قرار داده‌اند. در این حالت، ضمانت رایج یک ساله قرارداد به دوره‌های ۳ تا ۱۰ سال افزایش می‌یابد. این قراردادها ریسک وجود ایرادات و ضعف‌های ساخت را بین پیمانکار و کارفرما تقسیم می‌کند. با این قرارداد کیفیت عملکرد پیمانکار بالا رفته و سطح آموزش کارکنان آن را برای حصول اطمینان از ارایه یک محصول با کیفیت، ارتقا می‌دهد. برای دوره‌های ضمانت تا ۳ سال، بیشتر پیمانکاران اطمینان خواهند داشت که کیفیت کارشان برای برآورده ساختن الزامات ضمانت کافی می‌باشد. پیمانکارهایی که قراردادهای با ضمانت بلندمدت می‌بندند، مایلند ریسک احتمالی عملکرد ضعیف را ارزیابی نموده و با توجه به اینکه هر چه مدت ضمانت بیشتر باشد هزینه‌ها بیشتر می‌شوند، قیمت پیشنهادی خود را نیز افزایش دهند. کارفرما باید میزان ریسکی که به پیمانکار منتقل شده‌است و ارزش آن ریسک را مورد ارزیابی قرار دهد. آیین‌نامه‌های مبتنی بر عملکرد، تمامی الزامات عملکردی را در نظر نمی‌گیرند و کارفرمایان قادر به انجام تمامی آزمایش‌های کافی برای حصول اطمینان از کیفیت به منظور کاهش تمامی ریسک‌های مرتبط با طراحی، مصالح و عیب‌های ساخت نمی‌باشند. می‌توان سطوح عملکرد را به یک حد بالایی در پایان دوره قرارداد محدود نموده یا مقیاس متغیری با شاخص‌هایی چون ترک‌خوردگی، صاف و صیقلی شدن، خصوصیات اصطکاکی سطح و غیره را در نظر گرفت که در هر سال از قرارداد کنترل شوند. قراردادهای عملکردمبنا، گرایش به ارتقای نوآوری پیمانکار دارد چرا که در آن روش ساخت مشخص نشده و پیمانکار برای دستیابی به الزامات عملکرد نهایی، در استفاده از روش‌ها و مصالح آزادی کامل دارد. قراردادهای عملکرد بلندمدت در برخی مواقع با قیدهایی دشوارتر از حد معمول همراه است که دستیابی به آنها برای برخی پیمانکاران آسان نیست.

۸-۲- مشارکت دولتی و خصوصی و قراردادهای انحصاری

مشارکت بخش دولتی و خصوصی یا پروژه‌های PPP^۱ به عنوان ابزاری برای کاهش شکاف موجود میان بخش دولتی و خصوصی، توجه فراوانی را به خود معطوف نموده است. PPP در صنعت حمل‌ونقل در دهه ۱۹۹۰ دو رویکرد مشارکت با نام‌های عوارض حقیقی^۲ و عوارض سایه^۳ را به وجود آورد. در رویکرد رایج‌تر یعنی عوارض حقیقی، صاحبان امتیاز از بخش خصوصی منابع مالی را تأمین نموده، راه‌ها را می‌سازند، از آنها نگهداری می‌کنند، وام‌هایشان را پرداخت می‌نمایند و از عوارض اخذ شده از وسایل نقلیه به طور مستقیم سودشان را برداشت می‌کنند. یکی از فواید این رویکرد، این است که دولت را قادر می‌سازد برای ساخت راه‌ها از منابع سرمایه خصوصی استفاده کرده و پول دولت را برای ساخت راه به کار نگیرد. عوارض سایه که در ابتدا در بریتانیا به کار

1. Public Private Partnership
2. Real Toll
3. Shadow Toll

گرفته شد و بعداً در کشورهایی نظیر کانادا، اسپانیا و پرتغال نیز مورد استفاده قرار گرفت، از اعطای امتیاز دولت برای ساخت، بهره‌برداری و نگهداری راههای بدون عوارض و مالیات بهره گرفته و پس از آن بسته به کاربری راه یا فراهم بودن تسهیلات آن، به سرمایه‌گذاران پاداش می‌دهد.

در آمریکای شمالی، بریتانیا، فرانسه، استرالیا، هند و دیگر کشورها، مدل‌هایی مورد استفاده قرار گرفته است که منعکس‌کننده درجه‌های متفاوتی از انتقال ریسک از بخش عمومی (دولتی) به بخش خصوصی می‌باشد. مدل‌های طرح و ساخت در پایین‌ترین بخش طیف با انتقال ریسکی همراه هستند که به شدت وابسته به تغییرات هزینه می‌باشد. مدل‌های خصوصی‌سازی در بالاترین بخش این طیف قرار دارد، جایی که بخش خصوصی تمامی ریسک‌ها را به عهده می‌گیرد. در این میان، تعدادی گزینه وجود دارد که به طور صعودی منعکس‌کننده انتقال ریسک بیشتر می‌باشد و شامل: طرح - ساخت - نگهداری (DBM)^۱ و طرح - ساخت - تأمین مالی - نگهداری (DBFM)^۲ می‌باشند.

فواید پروژه‌های PPP چیست؟ پروژه‌های با قراردادهای PPP با سرعت بسیار بیشتری نسبت به روش‌های مناقصه طرح و ساخت و تأمین مالی از تصویر و ایده به سمت عمل و اجرا حرکت می‌کنند. در این پروژه‌ها دستیابی به اهداف تنها از طریق یک فرایند طرح و ساخت واحد انجام می‌گیرد نه کار تیم‌های مستقل طراحی، ساخت و سرپرستی. پروژه‌های با قرارداد PPP بر اساس برنامه زمانبندی حرکت می‌کنند و یک رابطه همکاری بین طراح و سازنده ایجاد می‌گردد. این پروژه‌ها نوآوری در طراحی و ساخت را افزایش می‌دهند که می‌توان آن را در فاز طراحی جای داد.

استفاده ادارات راه از قرارداد طرح و ساخت، ریسک بیشتری را به بخش خصوصی انتقال می‌دهد. این ریسک‌ها مربوط به بهره‌برداری، نگهداری و ترمیم و بازسازی می‌باشند. برای حصول اطمینان از ایمنی عموم و سطوح سرویس‌دهی قابل قبول، ادارات راه نه تنها شاخص‌های کلیدی عملکرد و مقادیر مهم در ترمیم و نگهداری را تعریف می‌کنند بلکه جرایم مالی را نیز در نظر می‌گیرند. انتقال ریسک، به ویژه ریسک‌های مرتبط با هزینه، برنامه‌ریزی مالی مؤثرتری را امکان‌پذیر می‌سازد.

هر چند هر پروژه از نظر سازوکار تحویل و چالش‌هایی که مالکان و صاحبان امتیاز با آنها مواجه می‌شوند منحصر به فرد می‌باشد، اما تعدادی اجزای مشترک وجود دارد که به موفقیت پروژه کمک می‌کنند. استفاده از PPP تقریباً در تمامی موارد به مالک اجازه می‌دهد پروژه را بسیار سریع‌تر از فرایندهای قدیمی طرح - مناقصه - ساخت تحویل دهد. در بسیاری از موارد، استفاده از PPP مالک را قادر می‌سازد با استفاده از تأمین مالی بخش خصوصی پروژه‌ای را تحویل دهد که با تأمین مالی و بودجه دولتی قابل انجام نبوده است. دیگر جنبه کلیدی این قراردادهای توافق‌نامه‌ای است که مالک را قادر می‌سازد پروژه‌های حمل‌ونقلی را به صورت باصرفه، در زمان

1. Design-Build-Maintenance

2. Design-Build-Finance-Maintenance

کم تحویل دهد. لذا مشارکت بیشتر بخش خصوصی در تحویل پروژه‌ها، باعث ارتقای نوآوری در ساخت و طراحی می‌گردد.

در هلند از مدلی استفاده می‌شود که نام آن "مقایسه‌کننده عمومی خصوصی"^۱ می‌باشد. استفاده از این مدل برای تمامی پروژه‌های نوسازی و بازسازی با قیمت بالاتر از ۳۵ میلیون یورو اجباری می‌باشد. در یک پروژه با قرارداد DBFM، می‌توان به پیمانکاری که پرداخت به او بر اساس دوره مسئولیت طولانی‌تر (۱۵ تا ۲۵ سال) و میزان دسترسی راه انجام می‌شود، درجه آزادی بیشتری داد. در بازه‌های زمانی که راه برای استفاده از عموم باز نیست، مثلاً در زمان عملیات نگهداری، پیمانکار دستمزدی نخواهد گرفت یا در برخی موارد جریمه خواهد شد. برای پروژه‌های با قرارداد DBFM، ریسک‌های فنی وارده به کارفرما کاهش یافته و در مقایسه با قراردادهای رایج و مرسوم، اعتبارسنجی کمتری برای مصالح و تکنولوژی مورد نیاز می‌باشد. با این همه، دیده شده است که در این نوع قراردادها، پیمانکار (یا تأمین‌کننده مالی او) نیز مایل نیستند از نوآوری‌هایی استفاده نمایند که کاملاً اعتبارسنجی نشده‌اند.

۲-۹- خلاصه

نوآوری می‌تواند رقابت در بازار جهانی را برای پیمانکاران هموار سازد. این در حالی است که با استفاده از انواع نوآوری، طول عمر سرویس‌دهی زیرساخت‌های حمل‌ونقل به طور باصرفه افزایش یافته و تأثیر منفی ساخت‌وساز بر کاربران راه به حداقل می‌رسد. با افزایش همکاری بین کارفرمایان دولتی، صنعت و دانشگاه، امکان توسعه سیاست‌ها، فرایندها و دستورالعمل‌های جدید برای کاهش زمان و هزینه و ارتقای ایمنی زیرساخت‌ها به وجود می‌آید.

در حالی که نوآوری نهایتاً منجر به سودی می‌شود که می‌تواند از جنس کاهش هزینه باشد، مهم است بدانیم که سرمایه‌گذاری در آن برای دستیابی به بیشترین سود، ضروری است. این امر نیازمند پژوهش‌های بنیادی و کمک به افرادی است که مایل هستند برای توسعه نوآوری ریسک نمایند. این ریسک‌ها می‌تواند مالی، فنی یا تجاری باشند. در هنگام ارزیابی یک نوآوری باید دانست که برای معرفی آن به صنعت روش‌های مختلفی وجود دارد که هر یک از آنها فواید و مضرات خود را دارد. گزینه‌هایی که در این بخش ارائه شده‌اند، یک طرح کلی از مراحل بکارگیری سیاست ابتکاری، روش‌های طرح و ساخت و فرایندهای تحویل میان پیمانکار و اداره راه می‌باشد. پژوهش‌های مورد نیاز برای نوآوری، هزینه‌های مالی خود را به همراه دارد و توانایی صنعت ساخت برای قبول آنها باید تعیین شده، سرمایه‌گذاری در منابع انجام شده و ریسک‌های مربوطه به اشتراک گذاشته شوند. هر اداره راه باید بهترین روش برای ترویج و تبلیغ نوآوری را ارزیابی نماید.

۳- فکت‌شیت‌های نوآوری موجود

یکی از فواید ارگان‌هایی همچون مجمع جهانی راه (PIARC)، انتقال دانش از یک اداره راه به اداره راه دیگر و از یک کشور به کشور دیگر می‌باشد. بدین وسیله بهره‌برداری از تجربیات دیگران و استفاده از نوآوری‌ها امکان‌پذیر می‌شود. برخی از نوآوری‌های فنی در قالب زیر در فکت‌شیت‌های نوآوری در پیوست الف ارائه شده است:

- چیست: نوآوری چه می‌باشد؟
- چرا: چرا اداره راه از این نوآوری استفاده کرده است؟
- چگونه: فرایند نوآوری و چگونگی استفاده یا تغییر آن؛
- طرح، پیشرفت و موفقیت: توضیحی پیرامون طرح بکارگیری، پیشرفت و موفقیت نوآوری؛
- تجربیات: تجربیات کلیدی آموخته شده از نوآوری چه می‌باشند؟
- اطلاعات تماس: اطلاعات تماس افراد و منابع آگاه برای گرفتن اطلاعات بیشتر.

نوآوری‌هایی که معرفی شده‌اند عبارتند از:

- آسفالت دارای خرده لاستیک (سوئد، اسپانیا)؛
- آسفالت با مدول و سختی بالا (فرانسه، بریتانیا)؛
- آسفالت ماستیک درشت‌دانه (اسلوونی، مجارستان)؛
- مصالح تثبیت شده با کف قیر (آفریقای جنوبی)؛
- آسفالت نیمه‌گرم (اسلوونی، آفریقای جنوبی، اسپانیا)؛
- روسازی آسفالتی Hot on Hot (لیتوانی، ایالات متحده)؛
- میکروسرفیسینگ (یونان)؛

- روسازی بتن مسلح پیوسته نازک (آفریقای جنوبی)؛
 - روسازی بتن مسلح نازک (آفریقای جنوبی)؛
 - کاهش سروصدای راه (کانادا-کبک)؛
 - دال بتنی پیش ساخته (فرانسه)؛
 - روسازی شهری قابل جمع آوری (فرانسه)؛
 - مصالح چسبنده (سیمانی) خودتراکم (فرانسه)؛
 - امولسیون قیری و مصالح تثبیت شده با کف قیر (آفریقای جنوبی)؛
 - سطوح با عمر طولانی برای راههای شلوغ (بریتانیا).
- نوع و منشأ فکت شیت نوآوری در ابتدای پیوست ارائه شده است. از آنجا که چند نوآوری با موضوع مشابه توسط چند کشور ارائه شده اند، نوآوری ها بر اساس کشورها دسته بندی شده اند. همان طور که در فکت شیت ها گفته شده است، تجربیات بسیاری از بکارگیری این نوآوری ها به دست آمده است که شامل موارد زیر می باشند:
- نیاز به مدیران پروژه متعهد برای بکارگیری نوآوری؛
 - در هنگام بکارگیری نوآوری های سایر ادارات راه، باید جانب احتیاط رعایت شود. آنچه در جایی خوب عمل نموده است، ممکن است در جای دیگر به طور مشابه عمل نکند.
 - ترجمه روش های طراحی و دستورالعمل ها از یک کشور به کشور دیگر باید با احتیاط انجام شود. به ویژه هنگامی که روش آزمایش ها مشابه نباشد.
 - تخصص بومی در بکارگیری یک نوآوری بسیار مهم است و کمبود تجربه یک کارفرما یا پیمانکار می تواند منجر به چالش های بزرگی شود.
 - برای دستیابی به موفقیت همکاری بخش خصوصی و دولتی لازم است.
 - نوآوری ها باید به طور تدریجی به کار گرفته شوند و قبل از استفاده گسترده باید با دقت مورد ارزیابی قرار گیرند.

- تا زمانی که صنعت یک نوآوری را بپذیرد، وجود یک پیشگام مقاوم در بخش صنعت و همچنین منابعی برای هدایت پیاده‌سازی فناوری‌های نوآورانه بسیار حیاتی می‌باشد.
- انجام پژوهش و آزمایش کافی قبل از بکارگیری فناوری جدید اهمیت زیادی دارد.
- نظارت مستمر بر عملکرد نوآوری‌ها برای به موفقیت رساندن آنها حیاتی است.
- ایجاد استانداردها و آیین‌نامه‌ها برای بکارگیری نوآوری‌ها منجر به گسترش استفاده از آنها می‌شود.
- حمایت از صاحبان امتیاز و حقوق معنوی یک نوآوری، عاملی کلیدی در پرورش نوآوری می‌باشد.

۴- نوآوری‌هایی که در حال حاضر به کار گرفته می‌شوند

۴-۱- پیشینه

به منظور کمک به سایر دست‌اندرکاران راهسازی و انتشار دانش، سه روش مورد توجه طراحان راه برای توضیح بیشتر انتخاب شد. اطلاعات از طریق پرسشنامه جمع‌آوری شد. سه روش انتخاب شده عبارتند از:

- آسفالت نیمه گرم؛

- روسازی آسفالت بازیافتی؛

- استفاده از مواد زاید و فرآورده‌های جانبی در ساخت راه.

پرسشنامه برای کنار هم قرار دادن اطلاعاتی استفاده شده است که از نوآوری‌های در حال اجرا استخراج شده‌اند و در پیوست ب آمده است.

روش‌های ذکر شده در بالا به عنوان مثال‌هایی از نوآوری‌هایی آورده شده‌اند که به طور گسترده به عنوان بخشی از برنامه‌های راهسازی پایدار و کمک محیط زیست سبز به کار گرفته شده‌اند.

۴-۲- آسفالت نیمه گرم

آسفالت نیمه گرم به روش کار و مواد افزودنی گفته می‌شود که به بتن آسفالتی اجازه می‌دهد در دماهای پایین‌تری نسبت به روش‌های رایج تولید و اجرا شود. در اصل، بسیاری از کشورها یا از آسفالت نیمه گرم استفاده نموده‌اند یا در حال برنامه‌ریزی برای استفاده از آن می‌باشند. در اکثر موارد، کارفرما انتظار عملکرد مشابهی نسبت به آسفالت معمولی (HMA) دارد که منجر به صرفه‌جویی، کاهش گازهای گلخانه‌ای و بهبود سطح ایمنی برای کارگران هم در کارخانه آسفالت و هم در سایت می‌گردد. کمبود داده‌ها و شناخت خصوصیات عملکرد بلندمدت آسفالت نیمه گرم، موانع اصلی در بکارگیری آن می‌باشد. در جدول ۱ خلاصه‌ای از یافته‌ها در این خصوص ارائه شده است.

جدول ۱- اجرای آسفالت نیمه گرم

پرسش/کشور	کانادا	کانادا-کبک	دانمارک	فنلاند	فرانسه	مجارستان
۱- استفاده از آسفالت نیمه گرم	بلی	بلی	خیر	خیر	بلی	خیر
۲- روش مورد استفاده	زئولایت، اووترم، ساسویت، ساسوفلکس، ادورا، آسفامین، فوم	زئولایت، اووترم، ساسویت و CMW	-	-	افزودنی های مختلف از جمله زئولایت	-
۳- زمینه کاربرد	بسیار متغیر، عموماً راههای با حجم ترافیک کمتر	راههای با حجم ترافیک متوسط AADT > ۱۰۰۰۰	-	-	تمامی انواع راهها و سطوح ترافیک	-
۴- مقدار استفاده شده	< ۱۰۰۰۰۰ تن (۲۰۰۹)	۲۵۰۰۰ تن (۲۰۰۹)	-	-	< ۵۰۰۰۰۰ تن (۲۰۰۹)	-
۵- آزمایشی یا استفاده گسترده	آزمایشی	آزمایشی	-	-	مرسوم	-
۶- پتانسیل استفاده (زیاد، متوسط، کم)	زیاد	زیاد	-	-	زیاد	-
۷- مستندسازی موجود است	مقداری	خیر	-	-	مقداری	-
۸- علت استفاده	محیط زیست و صرفه جویی در انرژی	محیط زیست و صرفه جویی در انرژی	-	-	محیط زیست و صرفه جویی در انرژی	-
۹- موانع در مقابل استفاده	هزینه و تجربه پیمانکار	هزینه	-	-	اطلاعات عملکردی بر روی محصول	هنوز پیمانکارها آماده تولید و اجرا نیستند
۱۰- دمای معمول (تولید و پخش)	۱۶۰-۱۲۰ °C ۱۱۰-۱۲۵ °C	۱۶۰-۱۳۰ °C ۱۱۵-۱۳۵ °C	-	-	۱۴۰-۱۲۰ °C ۱۰۰-۱۲۰ °C	-
۱۱- چگونگی دستیابی به این دماها	مواد افزودنی	مواد افزودنی	-	-	مواد افزودنی	-
۱۲- آیا فرایند تولید یا کارخانه تولید اصلاح شده است؟	با برخی انواع محصولات بلی	تنها در صورت استفاده از افزودنی در کارخانه	-	-	با برخی انواع محصولات بلی	-
۱۳- عملکرد (خوب، قابل قبول، بد)	در حال نظارت	در حال نظارت	-	-	خوب	-
۱۴- محدودیت های استفاده	عموماً محدود به استفاده در راههای با ترافیک پایین	در حال حاضر کاربرد آن در آزادراهها ممنوع است و همچنین به دلیل سرما، پس از ماه اکتبر نیز اجرای آن انجام نمی شود	-	-	باید عملکردی به خوبی روسازی های مرسوم داشته باشد در غیر این صورت جایگزین می شود	-

ادامه جدول ۱- اجرای آسفالت نیمه گرم

پرسش/کشور	ژاپن	لیتوانی	نروژ	آفریقای جنوبی	سوئیس	ایالات متحده
۱- استفاده از آسفالت نیمه گرم	بلی	بلی	بلی	بلی	خیر	بلی
۲- روش مورد استفاده	عامل کف ساز	ژئولایت	فوم WAM، سسایس ۹۴۵RT	ساسویت، ردیست		ژئولایت، اووترم، ساسویت، ساسوفلکس، ادورا، فوم
۳- زمینه کاربرد	تمامی راهها، ترافیک تا ۲۰۰۰ وسیله نقلیه در روز	تنها در سایت های آزمایش	آزمایشی	تمامی راههای با ترافیک متوسط تا سنگین		تمامی راهها و ترافیک بین ایالتی تا محلی
۴- مقدار استفاده شده	< ۳ میلیون متر مربع	آزمایشی	۶۰۰۰ تن (۲۰۰۹)	۴۰۰۰ تن (۲۰۰۹)		< ۵۰۰۰۰۰ تن
۵- آزمایشی یا استفاده گسترده	استفاده زیاد	آزمایشی	آزمایشی	آزمایشی		استفاده زیاد
۶- پتانسیل استفاده (زیاد، متوسط، کم)	زیاد	زیاد، در صورت ارزان بودن	زیاد	متوسط	متماایل به استفاده	زیاد
۷- مستندسازی موجود است	بلی (ژاپنی)	خیر	بلی، ۲۰۰۹ (نروژی)	www.sabita.co.za		www.hotmix.org www.warmmixasphalt.org
۸- علت استفاده	صرفه جویی در هزینه (۱۰ تا ۲۰٪)، CO ₂ کمتر (۱۰ تا ۲۰٪)	محیط زیست و صرفه جویی در انرژی	صرفه جویی در مصرف سوخت توسط پیمانکار	محیط زیست و صرفه جویی در انرژی	محیط زیست	محیط زیست و صرفه جویی در انرژی
۹- موانع در مقابل استفاده	هزینه و استفاده بازیافتی	هزینه و عملکرد	-	کمبود دانش		
۱۰- دمای معمول (تولید و پخش)	۱۳۰ °C ۱۰۰ °C	۱۴۰ °C ۱۲۰ °C	۱۲۰-۱۱۰ °C ۱۱۰-۸۰ °C	۱۴۰-۱۲۰ °C ۱۴۰-۱۲۰ °C		۱۶۰-۱۲۰ °C ۱۲۵-۱۱۰ °C
۱۱- چگونگی دستیابی به این دماها	ماده کف ساز	ژئولایت	ماده کف ساز	ساسویت، ردیست		متنوع
۱۲- آیا فرایند تولید یا کارخانه تولید اصلاح شده است؟	خیر	بلی	بلی	بلی		بلی
۱۳- عملکرد (خوب، قابل قبول، بد)	خوب	تحت نظارت	تحت نظارت، شیارشدگی اولیه بیشتر، احتمال کاهش عمر ۲ تا ۵ سال	خوب، کیفیت همانند انواع رایج آسفالت		خوب
۱۴- محدودیت های استفاده	ندارد	آزمایشی	آزمایشی	آزمایشی		ندارد

ادامه جدول ۱- اجرای آسفالت نیمه گرم

پرسش/کشور	بلژیک	سوئد	پرتغال	اسپانیا	عربستان سعودی	اسلونی
۱- استفاده از آسفالت نیمه گرم	بلی، بسیار محدود	بلی	بلی	بلی	بلی، به عنوان اصلاح کننده	بلی
۲- روش مورد استفاده	ساسویت، ژئولایت،	چسباننده های نرم یا اضافه کردن بخار	سسایس، ژئولایت، امولسیون های خمیری و مخصوص	ساسویت، wax	ساسویت	ژئولایت، ساسویت، wax های مختلف
۳- زمینه کاربرد	دو راه آزمایشی	استفاده زیاد	تمامی راهها	راههای مهم	راههای مهم	تمامی راهها
۴- مقدار استفاده شده	خیلی کم	زیاد	۱۰۰۰۰ تن	خیلی کم	۲۵۰۰ کیلومتر	خیلی کم
۵- آزمایشی یا استفاده گسترده	آزمایشی	تولید	آزمایشی	آزمایشی	آزمایشی	آزمایشی
۶- پتانسیل استفاده (زیاد، متوسط، کم)	زیاد، انتظار افزایش استفاده وجود دارد	زیاد	زیاد	زیاد	کم	بالا، بستگی به هزینه ها دارد
۷- مستندسازی موجود است	میزان مصرف انرژی و تولید CO ₂ محاسبه شده است	اسناد فنی به زبان سوئدی موجود است	محدود	محدود	نتایج آزمایشگاهی	چندین سند فنی موجود است
۸- علت استفاده	صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش تولید CO ₂	کاهش تأثیرات منفی زیست محیطی	کاهش اثرات زیست محیطی	کاهش تولید CO ₂ و اثرات زیست محیطی	به عنوان اصلاح کننده آسفالت	برای کاهش اثرات زیست محیطی، استفاده های خاص مانند اسکله ها
۹- موانع در مقابل استفاده	عدم قطعیت راجع به عملکرد بلندمدت، هزینه اضافی، تجربه پیمانکار	ندارد	هزینه بیشتر، کمبود راهنماهای فنی	هزینه بیشتر	هزینه بیشتر	هزینه بیشتر
۱۰- دمای معمول (تولید و پخش)	۱۳۰ °C ۹۰-۱۱۰ °C کاهش ۴۰ درجه ای دما باعث کاهش ۸ برابری دود	۵۰-۸۰ °C ۶۰-۸۰ °C (امولسیون)	افزودنی ها ۱۲۰-۱۴۰ °C ۱۲۰-۱۰۰ °C امولسیون ۱۱۰-۸۰ °C ۱۲۰-۶۰ °C	۳۵- درجه کمتر نسبت به روسازی های مرسوم	۱۴۰-۱۲۰ °C ۱۰۰-۱۲۰ °C	۱۲۰-۱۴۰ °C ۱۴۰-۱۲۰ °C
۱۱- چگونگی دستیابی به این دماها	ساسویت، ژئولایت	بخار	ژئولایت	ساسویت	ساسویت	ژئولایت، wax ها
۱۲- آیا فرایند تولید یا کارخانه تولید اصلاح شده است؟	بلی، بسیار محدود	بلی	خیر	بلی	بلی	بلی
۱۳- عملکرد (خوب، قابل قبول، بد)	هنوز ناشناخته است	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب
۱۴- محدودیت های استفاده	نیاز به آیین نامه	ندارد	در حال نظارت	ندارد	در دسترس	آیین نامه ها

ادامه جدول ۱- اجرای آسفالت نیمه گرم

پرسش/کشور	آلمان	هلند	بریتانیا
۱- استفاده از آسفالت نیمه گرم	بلی	بلی	بلی
۲- روش مورد استفاده	متفاوت شامل استفاده از واکس های Fischer-Torpsch, آمینواسیدهای چرب و واکس های Montan	واکس، روش های کف سازی	کف، گوگرد، واکس (ساسوبیت)، زئولایت و ...
۳- زمینه کاربرد	انواع راه با هر میزان ترافیک	تمامی راهها	تمامی راهها
۴- مقدار استفاده شده	قابل توجه	< ۱۰۰۰۰ تن	ناشناخته
۵- آزمایشی یا استفاده گسترده	استفاده گسترده	آزمایشی	با برخی محصولات متوسط، عموماً آزمایشی
۶- پتانسیل استفاده (زیاد، متوسط، کم)	زیاد	زیاد	زیاد
۷- مستندسازی موجود است	مرجع آسفالت نیمه گرم آلمان (DAV 2009)	مقداری	مقداری شامل صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش تولید CO ₂
۸- علت استفاده	کاهش تأثیرات منفی زیست محیطی	محیط زیست و صرفه جویی در انرژی	محیط زیست و صرفه جویی در انرژی
۹- موانع در مقابل استفاده	هزینه بیشتر	اطلاعات عملکردی	هزینه و نگرانی از عملکرد بلندمدت
۱۰- دمای معمول (تولید و پخش)	۱۵۰-۱۳۰ درجه سانتی گراد	۱۲۰-۹۰ درجه سانتی گراد	< ۲۰ درجه کمتر از دماهای روسازی HMA
۱۱- چگونگی دستیابی به این دماها	افزودنی ها	کف قیر	افزودنی ها
۱۲- آیا فرایند تولید یا کارخانه تولید اصلاح شده است؟	بلی	فناوری کف قیر در کارخانه انجام می شود	بستگی به افزودنی و میزان استفاده دارد
۱۳- عملکرد (خوب، قابل قبول، بد)	خوب	تحت نظارت اما تا کنون خوب بوده است	تحت نظارت اما تا کنون خوب بوده است
۱۴- محدودیت های استفاده	ندارد	ندارد. باید همانند آسفالت معمولی عمل کند	استفاده در ابعاد کوچک

۳-۴- روسازی آسفالت بازیافتی^۱ (RAP)

روسازی آسفالت بازیافتی (RAP)، با استفاده از ماشین‌های تراش آسفالت برای پروفیل‌کردن و تراشیدن آسفالت از سطح جاده، محبوبیت بسیاری پیدا کرده است. کارفرمایان صنعت آسفالت مدعی هستند یکی از مصالحی که این روزها بسیار بازیافت می‌شود، آسفالت است.

پژوهشی پیرامون RAP انجام شد که هدف آن دستیابی به درک بالاتری از استفاده کنونی از آن بود. در نتیجه این پژوهش مشخص گردید RAP به طور گسترده در دنیا برای استفاده مجدد در آسفالت به روش سرد و گرم و برای اختلاط درجا با مصالح اساس به کار گرفته می‌شود. آیین‌نامه‌های استفاده از RAP اخیراً پیشرفت‌های خوبی داشته‌اند و بسیاری از کارفرمایان از آن برای ارتقای محیط زیست پایدار و بازیافت استفاده می‌نمایند. در اروپا کمیته TC227/WG1 آیین‌نامه‌ای برای RAP تدوین نموده است. خلاصه‌ای از یافته‌ها پیرامون این فناوری در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- استفاده از روسازی آسفالت بازیافت شده

سؤال/کشور	کانادا	کانادا-کبک	دانمارک	فنلاند	فرانسه	مجارستان
۱- استفاده از RAP	بلی	بلی	بلی از ۱۹۸۰	بلی	بلی	بلی
۲- انواع RAP و کاربردهای آن	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	مخلوط‌های آسفالتی	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	راههای فرعی با ترافیک کم
۳- از RAP در کجا استفاده می‌شود	تمامی مخلوط‌ها، محدودیت‌هایی برای استفاده در رویه راههای با ترافیک بالا	تمامی مخلوط‌ها، محدودیت‌هایی برای استفاده در رویه راههای با ترافیک بالا	محدودیت‌هایی برای استفاده در لایه رویه، محدودیت ترافیکی ندارد	در رویه آسفالتی تا ۲۰ درصد مورد استفاده قرار می‌گیرد	می‌تواند تا ۵۰ درصد مورد استفاده قرار گیرد اما عموماً ۲۰ تا ۳۰ درصد استفاده می‌شود	بازیافت درجا به صورت گرم و سرد
۴- مقدار مورد استفاده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	۱۰۰ کیلومتر در سال
۵- آزمایشی یا استفاده گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده
۶- پتانسیل RAP برای استفاده در آینده	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا
۷- دسترسی به اطلاعات فنی	گسترده	گسترده	گسترده	www.nra.co.za	گسترده	در دسترس
۸- علت اصلی استفاده از RAP	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت
۹- آیا ادارات راه مایل به استفاده از RAP هستند. چرا بلی و چرا نه	بلی، بازیافت	بلی، بازیافت	بلی، بازیافت، کاهش هزینه‌ها	بلی، مورد نیاز	بلی، اجباری	بلی، کاهش هزینه‌ها
۱۰- موانع در برابر استفاده گسترده	ندارد	محدودیت‌های کمی در برخی کارخانه‌های آسفالت	ندارد	ندارد	هزینه فرایند، حمل و نقل و طراحی مخلوط	کمبود قابلیت‌های پیمانکار
۱۱- توضیحات/مشکلات	مشکل عمده‌ای وجود ندارد، جداسازی و عمل‌آوری بهتر توده‌های مصالح	بسیاری از پیمانکارها مصالح خام را به علت پیچیدگی کمتر ترجیح می‌دهند	محدودیت در مجموعه‌های EN12108 پیمانکاران را برای انواع آزمایش‌ها دچار مشکل می‌کند	مشکلی وجود ندارد	مشکل فنی عمده‌ای ندارد	محدودیت‌هایی در درصد استفاده از RAP به علت حجم ترافیک
۱۲- استانداردها	بلی، مشابه با استانداردهای مرسوم	بلی، مشابه با استانداردهای مرسوم	بلی، مشابه با استانداردهای مرسوم	بلی، مشابه با استانداردهای مرسوم	EN13108-8 EN12697-42	بلی، از طریق راههای عوارضی
۱۳- عملکرد	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی
۱۴- محدودیت‌های استفاده	برخی کارفرماها استفاده در رویه را غیر مجاز می‌دانند	در لایه رویه استفاده نمی‌شود، در حال آزمایش با ۱۰ درصد	در لایه رویه استفاده نمی‌شود	ندارد	محدودیت‌ها بر مبنای کیفیت RAP می‌باشد	محدودیت ندارد مگر برای برخی سطوح ترافیکی

ادامه جدول ۲- استفاده از روسازی آسفالت بازیافت شده

سؤال/کشور	ژاپن	لیتوانی	نروژ	آفریقای جنوبی	سوئیس	ایالات متحده
۱- استفاده از RAP	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی
۲- انواع RAP و کاربردهای آن	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه
۳- از RAP در کجا استفاده می‌شود	بدون محدودیت، به غیر از آسفالت متخلخل	۲۰ درصد رویه ۲۰ درصد اساس ۳۵ درصد مصالح اساس	۵ الی ۱۱ درصد برای مخلوط‌های آسفالتی ۶۳ درصد برای مصالح اساس	۱۵ درصد رویه ۲۵ درصد اساس ۳۵ درصد مصالح اساس	SN670062 SN640431-1b-NA درصد بستگی به ترافیک دارد	بسته به کارفرما متغیر است به طور معمول تا ۳۵ درصد
۴- مقدار مورد استفاده	۳۰ میلیون تن (۲۰۰۲)	گسترده، تمامی RAP بازیافت می‌شود	۷۲۰۰۰۰ تن (۲۰۰۸)	گسترده	گسترده	گسترده
۵- آزمایشی یا استفاده گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده
۶- پتانسیل RAP برای استفاده در آینده	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا
۷- دسترسی به اطلاعات فنی	گسترده	گسترده	گسترده	www.nra.co.za	گسترده	در دسترس
۸- علت اصلی استفاده از RAP	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت	محیط زیست، بازیافت
۹- آیا ادارات راه مایل به استفاده از RAP هستند. چرا بلی و چرا نه	بلی، اجباری	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی
۱۰- موانع در برابر استفاده گسترده	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد
۱۱- توضیحات/مشکلات			استفاده از RAP توسط KFA نظارت می‌گردد	ذهنیت بهتر بودن آسفالت معمولی نسبت به RAP		در دسترس بودن RAP و توانایی کارخانجات آسفالت
۱۲- استانداردها	بلی	بلی، اروپایی، آلمانی و سوئدی	بلی	بلی، www.nra.co.za	SN670 141-144 SN640431-8a	بلی، www.asphalt.org
۱۳- عملکرد	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی	عالی
۱۴- محدودیت‌های استفاده	در آسفالت متخلخل مجاز نمی‌باشد	باید الزامات مخلوط را برآورده نماید	بستگی به قوانین شهری دارد، بهبود بازیافت با KFA می‌باشد، حمل و نقل و دپو گاهی مشکل‌زا می‌باشد	باید الزامات مخلوط را برآورده نماید	باید الزامات مخلوط را برآورده نماید	باید الزامات مخلوط را برآورده نماید

ادامه جدول ۲- استفاده از روسازی آسفالت بازیافت شده

سؤال/کشور	بلژیک	سوئد	پرتغال	اسپانیا	اسلونی	آلمان
۱- استفاده از RAP	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی	بلی
۲- انواع RAP و کاربردهای آن	به صورت گرم و سرد	به صورت گرم و سرد	استفاده‌های بسیار، محدودیت درصد	به صورت گرم و سرد	تمامی مخلوط‌ها، اساس راه	تمامی مخلوط‌ها به غیر از آسفالت متخلخل و SMA
۳- از RAP در کجا استفاده می‌شود	همه جا	همه جا	همه جا	همه جا	برخی محدودیت‌ها در استفاده از آن در سطح رویه برای راه‌های با حجم ترافیک بالا	همه جا
۴- مقدار مورد استفاده	۴۵۰۰۰۰ تن در سال	۱۰۰۰۰۰ تن در سال	گسترده	۱۰۰۰۰۰ تن در کل	۱۵۰۰۰۰ تن در سال	<۱۲۰۰۰۰۰ تن در سال
۵- آزمایشی یا استفاده گسترده	از سال ۱۹۹۰ به طور گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده
۶- پتانسیل RAP برای استفاده در آینده	به میزان معمول	به میزان معمول	به میزان معمول	بالا	بالا	بالا
۷- دسترسی به اطلاعات فنی	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده	گسترده
۸- علت اصلی استفاده از RAP	کاهش هزینه، کاهش مواد زاید	کاهش هزینه، کاهش مواد زاید	کاهش هزینه، کاهش مواد زاید	کاهش مواد زاید	کاهش هزینه، کاهش مواد زاید	کاهش هزینه، کاهش مواد زاید
۹- آیا ادارات راه مایل به استفاده از RAP هستند، چرا بلی و چرا نه	بلی، کاهش هزینه و کاهش مواد زاید	بلی، کاهش هزینه	بلی، کاهش هزینه	کاهش مواد زاید	بلی، کاهش هزینه و کاهش مواد زاید	بلی، کاهش هزینه و کاهش مواد زاید
۱۰- موانع در برابر استفاده گسترده	نفوذ کم قیر باز یافتی، کیفیت	کنترل کیفیت، برخی مواقع هزینه	مشخص نمودن عملکرد	مشکلات مرتبط با روند کنترل کیفیت	کنترل کیفیت و گاهی هزینه	RAP با کیفیت بالا به میزان کافی وجود ندارد
۱۱- توضیحات/مشکلات	مشکل عمده‌ای ندارد	ترجیحاً با دپوهای مجزا	برای مخلوط‌های متخلخل استفاده نمی‌شود	ندارد	تهیه دپوهای مجزا زمان بر و هزینه بر است	ندارد
۱۲- استانداردها	EN13108-8	EN13108-8 انتشارات VV 2000:93	بلی، به زبان پرتغالی	بلی، موجود است	EN12108-8	EN12108-8, 12697-42, TL AG-StB09 And StB-42
۱۳- عملکرد	عالی	عالی	عالی	عالی	خوب	عالی
۱۴- محدودیت‌های استفاده	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	باید الزامات مخلوط را دارا باشد	ندارد

ادامه جدول ۲- استفاده از روسازی آسفالت بازیافت شده

سؤال/کشور	هلند	بریتانیا
۱- استفاده از RAP	بلی	بلی
۲- انواع RAP و کاربردهای آن	به صورت گرم و سرد	تمامی مخلوط‌ها
۳- از RAP در کجا استفاده می‌شود	همه جا	همه جا
۴- مقدار مورد استفاده	تمامی آسفالت‌های قدیمی بازیافت می‌شوند، $< 450,000$ تن در سال	گسترده
۵- آزمایشی یا استفاده گسترده	از سال ۱۹۷۰ به طور گسترده	گسترده
۶- پتانسیل RAP برای استفاده در آینده	بالا	بالا
۷- دسترسی به اطلاعات فنی	گسترده	گسترده
۸- علت اصلی استفاده از RAP	کاهش هزینه، کاهش مواد زاید، کاهش استفاده از مصالح طبیعی	کاهش هزینه، کاهش مواد زاید
۹- آیا ادارات راه مایل به استفاده از RAP هستند. چرا بلی و چرا نه	بلی، اما در مدت زیادی استانداردسازی شده است	تفکیک در مبداء، کیفیت، در دسترس بودن
۱۰- موانع در برابر استفاده گسترده	ندارد	ندارد
۱۱- توضیحات مشکلات	قیر موجود در آسفالت جداگانه در کوره سوزانده شده و حذف می‌شود	قابلیت‌های کارخانه آسفالت، افزایش تست‌های آزمایشگاهی
۱۲- استانداردها	EN13108-8	EN12108-8, 12697-42, MCHW Clause 902
۱۳- عملکرد	مشابه مصالح خام	عالی
۱۴- محدودیت‌های استفاده	$> 10\%$: ندارد، $25\% <$ و $10\% <$: آزمایش‌های بیندر، $< 25\%$: سختی مخلوط	ندارد

۴-۴- استفاده از مواد زاید و فرآورده‌های جانبی در ساخت راه

بسیاری از ادارات راه اجازه استفاده از مواد زاید و فرآورده‌های جانبی در ساخت راه را می‌دهند. از این مواد برای بهبود خصوصیات لایه‌های روسازی و همچنین کاهش قیمت آن از طریق صرفه‌جویی در استفاده از مصالح خام و ترویج ساخت‌وساز پایدار استفاده می‌شود. طبق بررسی‌های انجام‌شده، از این مواد به روش‌های مختلفی در جهان استفاده می‌شود. بسیاری از ادارات راه در حال کسب تجربه در استفاده از این مصالح می‌باشند اما نگرانی‌هایی مبنی بر تأثیرات منفی احتمالی در آینده و عملکرد بلندمدت روسازی ساخته‌شده از این مصالح وجود دارد. خلاصه‌ای از یافته‌های پژوهش در جدول ۳ ارائه شده است.

همان گونه که ملاحظه می‌شود، اروپا در حال حرکت به سمت استانداردسازی استفاده از مواد زاید و فرآورده‌های جانبی برای ساخت راه می‌باشد. برای مثال، در کارگروه ۱۲ کمیته تخصصی مصالح جانبی (TC154/WG12)، که وظیفه آن ارزیابی مصالح راهسازی می‌باشد، یک گروه ویژه استفاده، اجرا و الزامات فنی و زیست‌محیطی مواد زاید و فرآورده‌های جانبی را بررسی می‌کند.

جدول ۳- استفاده از مواد زاید و فرآورده‌های جانبی برای مصالح ساخت راه

کشور / سؤال	۱- استفاده از مواد زاید و فرآورده‌های جانبی در ساخت راه	۲- انواع مواد زاید و فرآورده‌های جانبی مورد استفاده	۳- زمینه کاربرد	۴- قوانین	۵- پتانسیل استفاده از مصالح در آینده
کانادا	بلی	Shingle، شیشه، ماسه، لاستیک، RAP	تنوع بسیار زیاد در آیین‌نامه‌ها و استفاده در سراسر کانادا	بلی	متوسط
کانادا-کبک	بلی	Shingle، روباره آهن، RAP	روباره آهن برای لایه‌های سطحی، ۳% shingle در رویه، ۵% در آسفالت اساس	بلی	متوسط، استفاده از فیبر در آسفالت
دانمارک	بلی	RAP، روباره آهن، کاشی و آجر خردشده، خاکستر بادی	مخلوط‌های آسفالتی، مصالح اساس، خاکریزی‌ها	بلی	زیاد
فنلاند	نامشخص				
فرانسه	بلی	shingle، بتن خرد شده، RAP، خاکستر بادی	مخلوط‌های آسفالتی، مصالح اساس، خاکریزی‌ها	بلی	بالا، بسته به کیفیت
مجارستان	بلی	روباره آهن و خاکستر بادی	روباره آهن برای لایه رویه و خاکستر بادی برای لایه اساس	بلی	متوسط، برخی تحقیقات اخیر برای علم حمل‌ونقل
ژاپن	بلی	روباره آهن، لاستیک، لاستیک متخلخل ارتجاعی	در آزادراه‌ها و بزرگراه‌های ملی استفاده نمی‌شود	طول عمری برابر با انواع معمولی آسفالت داشته باشد، به محیط زیست آسیب نرساند	در حال پیشرفت
لیتوانی	بلی	بتن خردشده	شانه‌های راه	EN13242 EN13285	در حال پیشرفت
نروژ	بلی محدود	بتن خردشده، شیشه، لاستیک	متغیر	باید عملکرد مشابهی با انواع معمولی داشته باشد	در حال پیشرفت
آفریقای جنوبی	بلی	روباره آهن، لاستیک، نخاله معدنی، خاکستر بادی، بتن خردشده، lignosulfate، نخاله ساختمانی، Phosphor gypsum	بازه وسیعی از ساخت‌وساز و ترمیم و بازسازی	موارد فنی و دستورالعمل‌های مختلف	در حال پیشرفت
سوئیس	خیر				
ایالات متحده	بلی	روباره آهن، خاکستر بادی، بتن خردشده، لاستیک، shingle	متغیر	باید عملکرد مشابهی با انواع معمولی داشته باشد	در حال پیشرفت
بلژیک	موجود نیست				
سوئد	بلی	روباره آهن، خاکستر بادی، آسفالت و سنگدانه	راه‌های شنی، راه‌های انعطاف‌پذیر	VV Publ 2009:160 VV Publ 2001:34	بالا، به ویژه برای مسایل زیست‌محیطی

ادامه جدول ۳- استفاده از مواد زاید و فرآورده‌های جانبی برای مصالح ساخت راه

کشور / سؤال	۱- استفاده از مواد زاید و فرآورده‌های جانبی در ساخت راه	۲- انواع مواد زاید و فرآورده‌های جانبی مورد استفاده	۳- زمینه کاربرد	۴- قوانین	۵- پتانسیل استفاده از مصالح در آینده
پرتغال	بلی	لاستیک، روباره آهن، خاکستر بادی	تمامی راهها	بلی	گسترده
اسپانیا	بلی	لاستیک	تمامی راهها	بلی	برای آسفالت دارای خرده لاستیک اجباری
عربستان سعودی	بلی	خرده لاستیک، روباره آهن	راههای اصلی	بلی	به خاطر در دسترس نبودن محدود است
اسلوونی	بلی	روباره آهن	تمامی راهها	مشابه الزامات معمول همیشگی	در حال پیشرفت
هلند	بلی	روباره آهن، خاکستر بادی، سنگ معدن، خاک نخاله، بتن خردشده و آجر، لاستیک، RAP، ماسه الک‌شده، روباره مس، روباره فسفر، خاک لایروبی شده	تمامی راهها	بلی	بالا، ولی مشکلات مطرح شده در بخش ۳ را در نظر بگیرید
بریتانیا	بلی	خاک زغال سنگ، خاک چینی، ماسه، خاکستر بادی، ماسه، روباره فسفر، مصالح آسفالتی، بتن، شیشه بازیافتی، اسلیت، spent oil، shale، روباره آهن	بازه وسیعی از استفاده‌ها	EN12620, 13043, 13242, 13258 جلد DMRB HD 35/4 باید با آیین‌نامه‌های مرتبط همخوانی داشته باشد	بالا

۵- الزامات نوآوری

پرسشنامه‌ای پیرامون الزامات نوآوری تهیه و بین اعضای کمیته و کشورهای آنها توزیع شد. هدف پرسشنامه ایجاد آگاهی از الزامات نوآوری‌هایی بود که در نظر نمایندگان کشورها به مقدار کافی شناخته نشده بود. سؤالات کلیدی عبارت بودند از:

۱. آیا کشور شما سیاست خاصی برای ترویج نوآوری دارد؟
 ۲. الزامات نوآوری چگونه و توسط چه کسی تعریف می‌شوند؟
 ۳. آیا معتقدید برای اشاره به مشکلات زیر نیاز به نوآوری می‌باشد؟
- الف- کمبود مصالح خام ساخت راه،
- ب- استفاده از محصولات جایگزین به جای چسباننده‌های قیری،
- پ- تطبیق با تغییرات آب‌وهوایی،
- ت- مسایل زیست‌محیطی و تغییرات قوانین در این زمینه،
- ث- کاهش اختلال در ترافیک در مدت زمان ساخت راه یا ترمیم آن،
- ج- سطوح عملکردی،
- چ- نوآوری در برگزاری مناقصه‌ها،
- ح- انتقال فناوری.

در ادامه خلاصه‌ای از اطلاعات حاصله از پرسشنامه‌ها ارائه می‌شود.

۵-۱- سیاست‌های نوآوری

سیاست‌های ادارات راه در زمینه نوآوری بسیار متفاوت است. برخی سیاست رسمی نداشته و برخی دارای برنامه‌های چندساله می‌باشند. در برخی موارد راهبردهای تحقیق و توسعه شامل درخواست‌های سالیانه برای پیشنهادها و نوآوری و ساخت‌وساز، و طراحی و ارزیابی پروژه‌های آزمایشی با مقیاس واقعی می‌باشد. برای مثال در آفریقای جنوبی سیاست‌های تحقیق و توسعه شامل موارد زیر می‌باشند:

- DST2002 راهبرد تحقیق و توسعه ملی آفریقای جنوبی. دپارتمان علم و فناوری، پرتوریا، آفریقای جنوبی.
- DST2007 "نوآوری در راستای اقتصاد دانش محور: برنامه ده ساله برای آفریقای جنوبی (۲۰۱۸-۲۰۰۸)"، دپارتمان علم و فناوری، پرتوریا، آفریقای جنوبی، ژوئن ۲۰۰۷.
- دپارتمان علم و فناوری در آفریقای جنوبی با استفاده از ابزارهایی چون مطالعات پیش‌بینی و برنامه‌ریزی راهبردی، الزامات کلی نوآوری را تعیین می‌کند. تحقیق و توسعه مرتبط با راه و الزامات نوآوری در قالب‌های زیر ارایه می‌شوند:
- تالار گفتگوی روسازی‌های راه که سالی دو بار با حضور بیش از صد نماینده از دولت و صنعت برگزار می‌شود؛
- کمیته مشاوره و تحقیق روسازی تحت حمایت سازمان ملی راهها؛
- هیأت مشاوره پژوهش‌های علمی و صنعتی زیرساخت‌ها.
- در سوئیس، متخصصان دفتر راههای فدرال، ASTRA^۱، الزامات خاص نوآوری را برای راههای ملی شناسایی می‌کنند. آنها پروژه‌های پژوهشی را اعلام نموده و بر آنها نظارت می‌کنند. نتایج این پژوهش‌ها برای به‌روزرسانی راهنماهای ساخت راههای ملی به کار می‌رود. سازمان متخصصان راه و حمل‌ونقل سوئیس^۲ (VSS)، متشکل از نمایندگانی از ادارات عمومی و شرکت‌های خصوصی می‌باشد. تمامی متخصصان دارای پیش‌زمینه حرفه‌ای و دانش فنی در طراحی، ساخت و نگهداری راه می‌باشند.
- VSS استانداردهای سوئیس را برای طراحی و برنامه‌ریزی راه از طریق همسان‌سازی با استانداردهای اروپایی اجرایی نموده و توسعه می‌دهد. کمیته‌های متخصص، الزامات نوآوری را تعریف نموده، بر پروژه‌های نوآوری نظارت کرده و در راستای طراحی جدید استانداردها و اصلاح استانداردهای موجود گام بر می‌دارند.
- مؤسسه زیرساخت راه پرتغال^۳ (InIR)، نیز تالار گفتگوی نوآوری و استانداردسازی برای شناسایی و مدیریت الزامات نوآوری ایجاد نموده است. در حال حاضر، الزامات نوآوری برای راهها توسط صاحبان امتیاز راه، تولیدکنندگان مصالح، مؤسسات پژوهشی، پیمانکارها، آزمایشگاه‌ها، شرکت‌های خدماتی و ... تعریف می‌شوند. تمامی دست‌اندرکاران (مدیران، مالکان تجهیزات زیرساخت، مهندسان، شرکت‌های ساخت، آزمایشگاه‌ها، تولیدکنندگان مصالح ساختمانی، مؤسسات پژوهشی، دانشگاه‌ها) که در مسایل برنامه‌ریزی و ساخت در این حوزه

1. Swiss Federal Roads Office

2. Swiss Association of Roads and Transportation Experts

3. Portuguese Institute for Road Infrastructure

سهیم می‌باشند، برای پیدا کردن راه‌حل‌های بهینه و تهیه استانداردهایی بر اساس وضعیت فناوری با یکدیگر کار می‌کنند (www.inir.pt).

اداره راه هلند (Rijkswaterstaat) در هلند، سیاست گسترده‌ای برای نوآوری دارد که در بخش ۲-۳ با جزییات ارایه شد. ادارات راه در دیگر کشورها به شرکت‌های خصوصی اجازه ارایه ایده‌های نوآوری خود را در بازه وسیعی از موضوعات می‌دهند.

۲-۵- لزوم پرورش نوآوری

تمامی کشورهای پاسخ‌دهنده به پرسشنامه لزوم حمایت از نوآوری را متذکر شده‌اند. برای کاهش وابستگی به مصالح خام ساخت و همچنین کاهش تأثیرات منفی تغییرات آب‌وهوا با کاهش میزان انتشار CO_2 ، توافقی همه‌جانبه انجام شد. بسیاری از کشورها به دنبال راههایی برای ارتقای عملکرد روسازی و دوستدار محیط زیست با استفاده از روسازی‌های مقاوم در برابر سرما و گرما و روسازی‌های مقاوم در برابر نفوذ آب می‌گردند. همچنین مشخص شده است یکی از راههای مدیریت تغییرات احتمالی قوانین حاکم بر میزان تولید دی‌اکسیدکربن در آینده و رواناب‌های سطحی، استفاده از نوآوری می‌باشد. به منظور به حداقل رساندن تأثیر منفی بر ترافیک، به فرآورده‌ای نیاز است که پایایی و دوام بالاتر داشته باشد و اجرا و ترمیم و نگهداری آن سریع‌تر باشد. انتظار می‌رود تغییرات آب‌وهوا نیروی محرکی برای نوآوری در زمینه حمل‌ونقل باشد. بسیاری نیز متذکر شده‌اند بحران اقتصادی کنونی در دنیا باعث کاهش برگزاری کنفرانس‌های فنی و دیگر تالارهای تبادل اطلاعات شده که توانایی انتقال فناوری را کاهش داده است.

۶- نتیجه گیری

برخی نتایج کلیدی پیرامون نوآوری که در هنگام تهیه این گزارش شناسایی شدند، عبارتند از:

- موفقیت در بکارگیری روندها و فناوری‌های نوآورانه بستگی به تمایل به تغییر، تجربه کارفرما، تجربه مهندسی و قراردادی دارد؛
- داشتن توانایی ترکیب مکانیسم‌های قراردادی و تأمین مالی برای ایجاد یک ساختار قراردادی مناسب برای نوآوری بسیار مهم می‌باشد؛
- ایجاد درک و وارد عمل کردن مردم بومی، عوامل زیست‌محیطی و اقتصادی بسیار مهم است؛
- برای توسعه سریع‌تر یک نوآوری لازم است فرایند ارزیابی فنی قدرتمندی برای نظارت و کنترل کیفیت رفتار و عملکرد نوآوری انجام گیرد؛
- برای حل چالش‌ها و جلوگیری از رکود صنعت، وجود نوآوری لازم است؛
- شرایطی که نوآوری تحت آن پرورش می‌یابد باید شناسایی شود؛
- بکارگیری نوآوری وابسته به قدرت کارفرما، اشتیاق آن برای نوآوری و رغبت به قبول ریسک‌ها می‌باشد؛
- بکارگیری موفقیت‌آمیز نوآوری وابسته به توانایی کارفرما برای درک ریسک‌های مرتبط با آن می‌باشد؛
- کارفرما و صنعت باید راغب به قبول و تقسیم ریسک باشند؛
- باید در نظر داشت استفاده از یک آیین‌نامه مبتنی بر عملکرد مهم است؛ چرا که نشان‌دهنده توانایی اندازه‌گیری و پیش‌بینی عملکرد و تقسیم عادلانه ریسک‌ها می‌باشد.

٧- مراجع

- [1] CROW. Integraal ketenbeheer: beleid zonder spijt Model voor een verantwoorde inzet van bouwstoffen in de gww-sector (Integral Chain Control Policy without Regret), Model for Responsible use of Building Materials. Ede, The Netherlands: CROW Rapport D07-01, 2007.
- [2] DAV. Warm Mix Asphalts. Bonn, Germany: German Asphalt Paving Association, 2009.
- [3] RIJKSWATERSTAAT. Rijkswaterstaat innovationos: The Guidelins, Description of the current procedures. Netherlands: Dutch Ministry of Transport, Rijkswaterstaat, December 2010.
- [4] SAID, S. "Swedish Pavement Performance Specification." Camcum, Mexico: PIARC International Seminar on Pavement Maintenance, 2009.
- [5] WORLD ROAD ASSOCIATION. Flexible Pavement, Evolution of Specifications and Quality Systems to Deliver Performance. Paris, France: PIARC Report 08.08.B, 2000.
- [6] WORLD ROAD ASSOCIATION. Review of the Growth and Development of Recycling in Pavement Construction. Paris, France: PIARC, 2008R05EN, 2008.

۸- واژه‌نامه و مخفف‌ها

واژه‌نامه ارایه شده، مربوط به گزارش حاضر می‌باشد.

مهندسی ارزش: مهندسی ارزش (VE)، روشی سیستماتیک برای ارتقای ارزش کالاها یا محصولات و خدمات، با استفاده از ارزیابی کارایی می‌باشد.

آسفالت نیمه گرم: آسفالت گرم است که به منظور کاهش دمای تولید و پخش مورد اصلاح قرار گرفته است.

مخفف‌ها	
ASTRA	دفتر راههای فدرال سوئیس
CFI	بنیاد نوآوری کانادا
CQTTT	مرکز انتقال فناوری حمل‌ونقل در کبک
DBM	طرح - ساخت - نگهداری
DBFM	طرح - ساخت - تأمین مالی - نگهداری
DOT	وزارت حمل‌ونقل
FAR	مقررات مالکیت فدرال ایالات متحده
FDOT	وزارت حمل‌ونقل فلوریدا
FHWA	اداره راههای فدرال ایالات متحده
HfL	راهپایی برای زندگی
IDRRIM	مؤسسه راهها، خیابان‌ها و زیرساخت‌های جابجایی فرانسه
InIR	مؤسسه زیرساخت راه پرتغال
IPQ	مؤسسه استانداردسازی پرتغال
LCPC	آزمایشگاه مرکزی راه و پل
MTQ	وزارت حمل‌ونقل کبک
NCDOT	وزارت حمل‌ونقل کارولینای شمالی
NRC	انجمن پژوهش ملی کانادا
PPP	مشارکت عمومی/خصوصی
RAP	روسازی آسفالت بازیافتی
RWS	اداره‌ی راه هلند
RD&S	پژوهش علمی و توسعه آزمایشگاهی
SABS	هیأت استاندارد آفریقای جنوبی
SAFETEA-LU	سازمان ملی عوارض بزرگراهی ایالات متحده
SANRAL	اداره راههای ملی آفریقای جنوبی
Sep-۱۴	پروژه آزمایشی FHWA شماره ۱۴ ایالات متحده
SMA	آسفالت ماستیک درشت‌دانه
SRA	اداره کل راههای سوئد
TAC	انجمن حمل‌ونقل کانادا
Tekes	اداره فناوری ملی فنلاند
U.S.	ایالات متحده آمریکا
UTCRC	روسازی بتنی مسلح نازک پیوسته
VE	مهندسی ارزش
VECP	پیشنهادهای تغییر مهندسی ارزش
VSS	انجمن متخصصان حمل‌ونقل سوئیس
WMA	آسفالت نیمه‌گرم
WFTAO	فدراسیون جهانی سازمان ارزیابی فنی
ZAS	انجمن روسازی آسفالتی اسلوونی

پیوست‌ها

پیوست الف - فکثیت نوآوری

❖ آسفالت لاستیکی در سوئد

چيست:

آسفالت لاستیکی که بر اساس فرایند آریزونا تولید می‌شود، در سال ۲۰۰۷ توسط انجمن راه سوئد^۱ (SRA) به صنعت روسازی سوئد معرفی شد. این روش برای ۲۵ سال در آریزونا مورد استفاده قرار گرفته است. در این فرایند، قیر و لاستیک خردشده حاصل از لاستیک‌های قدیمی در تجهیزات مخصوصی با هم مخلوط می‌گردند. پس از انجام واکنش، قیر مذاب به کارخانه افزوده می‌شود.

چرا:

مهم‌ترین علتی که سوئد از این فناوری استفاده می‌کند، ارتقای عملکرد روسازی است. از اهداف این پروژه، افزایش دوام، کاهش خوردگی حاصل از آج تایرها و کاهش صدای حاصل از رفت‌وآمد خودروها بوده است.

چگونه:

پس از انجام بررسی‌های مفصل و بازدید از سایت‌های تولید در دیگر کشورها، SRA تصمیم گرفت تجهیزات تولید آسفالت لاستیکی را اجاره کند. مطالعات آزمایشگاهی متعددی برای شفاف‌سازی تأثیرات آسفالت لاستیکی بر محیط زیست انجام گرفت. SRA برای پیمانکاران در پروژه‌های خاص، تجهیزات، خرده لاستیک و دانش این فناوری را مهیا نموده است. با این کار، ریسک شکست بین پیمانکار و SRA تقسیم می‌شود.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

تا کنون بیش از ۵۰۰۰۰ تن مخلوط آسفالتی در این پروژه تولید شده است. طرح اصلی مخلوط، یک مخلوط با دانه‌بندی باز مشابه با آیین‌نامه SMA سوئد می‌باشد. پیمانکارها و کارخانجات آسفالت متعددی از تجهیزات تولید

1. Swedish Road Administration

آسفالت لاستیکی استفاده نموده‌اند. این پروژه در سال ۲۰۱۰ تکمیل شد. این پروژه برای SRA یک موفقیت محسوب می‌شود چرا که این کارفرما به نتایج خوبی در بهبود عملکرد دست پیدا کرده است.

تجربیات:

- داشتن مدیر پروژه و نیروی انسانی کلیدی و مسئولیت‌پذیر مهم است؛
- کاهش صدا هنوز حاصل نشده‌است (علت آن هوای سرد و آج تایرها می‌باشد)؛
- بوی حاصل از گازهای متصاعد شده را دست کم نگیرید. SRA انتقاداتی داشته است که لازم است به طور جدی به آن توجه گردد. با وجود این، بررسی‌ها نشان‌گر این است که هر ماده خطرناکی بو و گاز متصاعد نمی‌کند. این اطلاعات برای کارگران ضروری است. کارگاه‌های متعددی نیز شکایتی نداشته‌اند.

اطاعات تماس:

Mats Wendel, mats.wendel@vv.se

❖ آسفالت لاستیکی در اسپانیا

چيست:

آسفالت لاستیکی با افزودن خرده لاستیک حاصل از تایرهای قدیمی خودروها به قیر تولید شده و خصوصیات رفتاری آسفالت HMA را اصلاح می‌کند.

چرا:

لاستیک تایرهای قدیمی، خصوصیات رفتاری قیر را طی یک فرایند دایجستیو^۱ که در کارخانه آسفالت انجام می‌شود، اصلاح می‌کند. این روش به فرایند مرطوب^۲ معروف است.

چگونه:

در اسپانیا آیین‌نامه‌ها بر اساس لاستیک تایرهای قدیمی خودروها و سه نوع قیر (بسته به درصد لاستیک اصلاح‌کننده) و همچنین خصوصیات رفتاری که در فرایند اختلاط به دست می‌آید، تهیه شده‌اند.

طرح و پیشرفت:

در اسپانیا، کار تحقیق و توسعه با همکاری دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و شرکت‌های خصوصی، منجر به ایجاد استاندارد برای آسفالت لاستیکی شده است. این استاندارد گویای مشخصات و زمینه‌های کاربردی است که باید به وسیله چسباننده‌های قیری و آسفالت HMA با لاستیک تایرها انجام گیرد.

1. Digestive
2. Wet Process

همزمان با تولیدات در مقیاس‌های بسیار بالا، عملکرد این محصول در قطعات آزمایشی متعددی در حال بررسی و مطالعه می‌باشد.

موفقیت:

- استفاده مجدد از تایرهای قدیمی؛
- فواید زیست‌محیطی؛
- چیزی که یک ماده زاید بود حالا با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته‌است.

تجربیات:

- آسفالت لاستیکی دوام لایه را افزایش می‌دهد؛
- آسفالت لاستیکی مدول الاستیک و مدول برجهندگی را بهبود می‌بخشد؛
- استفاده از این قیر در لایه‌های میانی و اساس مجاز است؛
- ضخامت این لایه‌ها مشابه با ضخامت لایه‌های آسفالت HMA است؛
- آسفالت لاستیکی احتمال بروز ترک سطحی را کاهش می‌دهد؛
- تعمیرات کاهش پیدا می‌کند.

❖ آسفالت با مدول بالا در بریتانیا

چیست:

مصالح اساس راه با مدول بالا، که با نام "Enrobé a Module Élevé" (EME) شناخته می‌شود، در اوایل دهه ۱۹۸۰ به منظور کاهش استفاده از فرآورده‌های نفتی در فرانسه معرفی شد. سختی بالای این مصالح به کاهش ضخامت اساس راه تا ۴۰ درصد نسبت به مصالح مرسوم در فرانسه کمک نمود. EME با استفاده از یک سری تست‌های آزمایشگاهی طراحی شد. این نوع آسفالت به علت سختی بالایی که دارد، خصوصیت پخش بار بسیار خوبی دارد. این خصوصیات به طور عمده با استفاده از قیرهای با درجه نفوذ بین ۱۰ تا ۳۵ به دست می‌آید. مصالح طراحی شده بسیار پایدار بوده و برای کوبیدن لایه‌های آن غلتک‌های چرخ لاستیکی بسیار سنگین تا ۴۵ تن مورد نیاز است.

چرا:

به علت عملکرد بلندمدت مصالح سخت‌تر اساس، از اواسط دهه ۱۹۹۰، رویکرد عمومی به سمت استفاده بیشتر از این مصالح بوده است. به هر حال، تمرکز کنونی بر دوام این مصالح منجر به معرفی آسفالت با مدول بالا و درصد

قیر بالاتر در فرانسه گردید که نام EME2 را به خود گرفت. با وجود این که عملکرد EME در فرانسه مستندسازی شد، تجربه مختصری از قابلیت ساخت و دوام این مصالح، در بریتانیا نیز وجود دارد؛ لذا در ابتدای معرفی با دقت تمام تحت نظارت قرار گرفت.

مزایای مورد انتظار استفاده از این مصالح، کاهش ضخامت روسازی و افزایش طول عمر با ضخامت ثابت بود. از نظر ملی نیز ارزش بیشتر پول و استفاده مفیدتر از منابع را می‌توان به عنوان مزایای مورد انتظار بیان نمود. هرگونه افزایش طول عمر راههای آسفالتی، بازه‌های زمانی بین تعمیرات را بیشتر می‌کند که برای کاربران مسیر از نظر کاهش ازدحام و راه‌بندان و افزایش ایمنی سودآور است.

چگونه:

از سال ۲۰۰۵، بریتانیا در حال بررسی فواید احتمالی استفاده از آسفالتی با مدول بالا (به ویژه EME2) به وسیله نظارت بر روسازی‌های آزمایشی بوده‌است. EME2 در بریتانیا به صورت سایت به سایت معرفی شد و به منظور حصول اطمینان از دستیابی به فواید مورد انتظار، در سایت‌های ابتدایی (در مجموع ۷ سایت) تحت نظارت قرار گرفت. مأموریت کلیدی این کار، ارایه دیدی کلی از عملکرد نیروی کاری، عملکرد و سرویس‌دهی احتمالی EME2 تولیدی و اجرا شده در بریتانیا بود.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

مأموریت کلی، حمایت از استفاده‌ی وسیع از EME2 برای لایه‌های اساس و آستر (بیندر) در شبکه راههای بریتانیا بود. برای جمع‌آوری پیوسته و پایدار داده‌های ساخت و عملکرد، چارچوبی برای نظارت بر سایت‌های EME2 به وجود آمد و اطلاعاتی مرتبط با اولین سایت‌ها نیز در این چارچوب ثبت گردید. پروژه نظارت در سال ۲۰۰۹ خاتمه یافت و نتیجه آن موفقیت EME2 بود. از آنجا که برای EME2 یک آیین‌نامه ملی^۱ تهیه شد، انتظار می‌رود از این مصالح کماکان استفاده شود.

تجربیات:

در هنگام بکارگیری/انتقال فناوری از این نوع، موارد کلیدی متعددی را باید در نظر داشت:

۱. ترجمه پارامترهای طراحی مخلوط از یک کشور به کشور جدید، به ویژه هنگامی که روش‌های آزمایش در دو کشور به طور مستقیم قابل مقایسه نیستند؛
۲. توانایی پیمانکاران بومی برای تولید مصالح جدید و اجرای آنها، شامل تجهیزات برای ذخیره قیر، نگهداری و ترمیم مناسب آسفالت و تجهیزات مناسب برای تراکم آن؛
۳. یکپارچه کردن دید کلی طراحی روسازی در کشور با این مصالح جدید؛

1. Clause 930 of the UK Specification for Highway Works

۴. در دسترس بودن مصالح مناسب، در این مورد خاص توانایی تولیدکنندگان بومی برای فراهم آوردن کیفیت مورد نیاز برای چسباننده سخت با درجه نفوذ پایین.

به طور خاص، در جایی که فناوری جدید از نظر صرفه‌جویی در هزینه یا از نظر ساخت منفی باشد اما در کل هزینه چرخه عمر بهبود یابد، همچنان نیاز به تبلیغات وجود دارد تا از استفاده گسترده آن اطمینان حاصل شود. تجربه ویژه‌ای که در بریتانیا به دست آمد، این بود که قبل از اعمال هرگونه تغییر در فناوری جدید، اطمینان حاصل شود که آن فناوری به طور کامل پذیرفته شده است. نهایتاً، از آنجا که تنها منبع اعتبارسنجی دوام بلندمدت مصالح جدید، نظارت پیوسته بر روی آن است، تأکید بر اهمیت این امر بزرگنمایی نیست.

اطلاعات تماس:

Richard Elliot, Richard.elliott@scotwilson.com

❖ بتن آسفالتی با مدول بالا در بلژیک

چيست:

اگر به تجربیات خارج از کشور بلژیک خصوصاً فرانسه که مهد این فناوری بوده و به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد رجوع کنیم، بتن آسفالتی با مدول بالا (HMAC) گزینه خوبی برای لایه‌های قیری با دوره عمر متوسط (از نظر شیارشدگی و ترک‌خوردگی و ...) در راه‌های با ترافیک سنگین می‌باشد. در هر حال، استفاده از آن در بلژیک، به علت کمبود تجربه و پیش‌بینی در آیین‌نامه‌ها، تا کنون محدود بوده است.

چگونه:

پروژه‌ای تحقیقاتی آغاز شد که مأموریت‌های اصلی این مطالعه، بررسی قابلیت ماندگاری HMAC در بلژیک و به دست آوردن چگونگی طرح، آماده‌سازی و اجرای اینگونه مخلوط‌ها بود. ایجاد الزامات یک آیین‌نامه مبتنی بر عملکرد نیز بخشی از اهداف بود. تأمین مالی پروژه توسط مؤسسه ترویج علم و فناوری فلاندر (IWT-Vlaanderen) انجام شد. این پروژه توسط کمیته فنی مصالح قیری^۱ BRRC، یک گروه ویژه شامل نمایندگان BRRC و AWW^۲ و همچنین MET^۳ پیگیری مستمر می‌شد.

طرح و پیشرفت:

مطالعه آزمایشگاهی بزرگی انجام شد و به منظور اجرای آزمایشی HMAC در قطعاتی از بزرگراه E19 در Kontich، ۹ واریانت ارایه شد. بعد از گذشت دو سال از بازگشایی ترافیک، این قطعات عملکردی عالی از خود نشان می‌دهند.

1. Belgian Road Research Center
2. Flemish Roads and Traffic Agency
3. Ministry of Equipment and Transport

موفقیت:

موارد مورد نیاز برای برای بررسی عملکرد روسازی بر اساس نتایجی که از قطعات آزمایشی به دست آمد، تهیه شد. این موارد در قالب مشخصات عملکردی (به جای استفاده از دستورالعمل‌های رایج) نگارش شد که در آن زمان در بلژیک یک نوآوری محسوب می‌شد. این امر در قالب توصیه‌های اروپایی بود که نگارش اینگونه آیین‌نامه‌ها را به این سمت سوق می‌دهد. دانش به دست آمده به عنوان یک نقطه شروع برای افرادی بود که مایل به استفاده از این فناوری می‌باشند: مشاوران، پیمانکاران، مدیران راه، آزمایشگاه‌ها و غیره.

منبع:

Bulletin CRR 74-1/2008

❖ **اجرای آسفالت ماستیک درشت‌دانه در مجارستان****چيست:**

آسفالت ماستیک درشت‌دانه (SMA)، یک فناوری اروپایی برای مخلوط است که از خصوصیات آن می‌توان به دانه‌بندی باز، سختی بالا، پایداری مخلوط و مقاومت در برابر شیارشدگی اشاره نمود. در اصل SMA به آسفالت ماستیک دوبخشی^۱ معروف بود (www.asphaltisbest.com) که در آلمان در دهه ۱۹۹۰ توسعه یافته و در بسیاری از کشورهای اروپایی و ایالات متحده، کانادا و ژاپن مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجا که مجارستان روابطی قدیمی با آلمان و اتریش دارد، لذا این نوآوری راه خود را به راحتی در مراحل اولیه به این کشور گشود. در حال حاضر SMA به عنوان یک محصول استانداردسازی شده اروپایی به طور وسیع استفاده می‌شود (EN 13108-5).

خلاصه‌ای از شرح وقایع از نوآوری و اجرا تا فرایند استانداردسازی SMA در ادامه ارائه می‌شود:

- ۱۹۹۴، مشخصات فنی روسازی آلمان ZTV Asphalt-StB-94، آسفالت ماستیک درشت‌دانه را معرفی نمود؛
- ۱۹۹۷، مشخصات فنی برای SMA در مجارستان (ZMA به زبان مجارستانی)؛
- ۱۹۹۸، اصلاحات سختگیرانه‌تر در خصوصیات نهایی SMA برای کیفیت بهتر؛
- ۱۹۹۹، ساخت قطعات آزمایشی در مجارستان با استفاده از این مخلوط؛
- ۲۰۰۰، پژوهش در دانشگاه بوداپست برای مقایسه خصوصیات فنی SMA آلمان، مجارستان و فرانسه؛
- ۲۰۰۲، بر اساس پژوهش انجام‌شده اصلاحاتی روی SMA انجام شد؛
- ۲۰۰۳، برای مقایسه روسازی آسفالتی (با رویه SMA)، روسازی بتنی و روسازی آسفالتی مرکب، قطعاتی آزمایشی ساخته شد؛

- ۲۰۰۵، استاندارد اولیه اروپایی برای محصولات آسفالتی از جمله SMA (CEN TC 227)؛
- ۲۰۰۶، اعمال اصلاحات در مشخصات فنی SMA در مجارستان؛
- ۲۰۰۷، استاندارد اروپایی EN 13108-5 و استاندارد مشابه مجارستانی آن MSZ EN 13108-5؛
- ۲۰۰۸، مشخصات فنی SMA در مجارستان بر اساس استاندارد اروپایی.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

رویه‌های آسفالت SMA از دهه ۱۹۹۰ در مجارستان ساخته می‌شوند. قبل از سال ۲۰۰۰ تنها قطعاتی آزمایشی ساخته شده بود. بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ تقریباً ۶۰۰ کیلومتر و پس از ۲۰۰۵ حدود ۱۱۰۰ کیلومتر راه با روسازی SMA، عموماً در آزادراه‌ها و راه‌های با سرعت طرح بالا ساخته شده است.

❖ آسفالت ماستیک درشت‌دانه در اسلوونی

چيست:

مخلوط آسفالتی موسوم به آسفالت ماستیک درشت‌دانه (SMA) در دهه ۱۹۶۰ به عنوان یک لایه مقاوم در برابر خوردگی ناشی از آج تایر خودروها در زمستان شناخته شد. در ابتدا این مخلوط در دیگ‌هایی تهیه می‌شد و به صورت دستی یا با استفاده از قاب‌های پخش‌کننده^۱ اجرا شده و با سنگدانه‌های سایز ۵ تا ۲۵ میلی‌متر پخش و کوبیده می‌شد. به خاطر دستی بودن فرایند، این کار بسیار پرهزینه بود با این حال تولید آن در کارخانجات آسفالت آغاز شد. SMA فواید آسفالت ماستیک و بتن آسفالتی معمولی را با هم ترکیب می‌کند. به این صورت که دوام آن همانند آسفالت ماستیک است ولی با تجهیزاتی همانند بتن آسفالتی تولید، حمل و پخش می‌شود.

چرا:

استفاده از SMA در اروپا برای راه‌های با حجم ترافیک سنگین، فرودگاه‌ها و بندرگاه‌ها رواج یافته است و بکارگیری آن در کل دنیا نیز در حال گسترش می‌باشد. سطح همواری که به وسیله SMA به دست می‌آید، از نظر رانندگی دارای خصوصیات بسیار مناسبی است و در عین حال بافت آن به گونه‌ای است که مقاومت اصطکاکی خوبی در زمان ترمزگیری فراهم می‌کند. همچنین این روسازی صدای نسبتاً کمی ایجاد می‌کند. ساختار بسیار قوی سنگدانه‌ها با داشتن دانه‌های زبر، تأمین‌کننده مقاومت بالا در مقابل تغییر شکل‌های دایمی است و ماستیک غنی که حفره‌های بین این ذرات را پر می‌کند، SMA را بسیار بادوام می‌سازد. به علت درصد بالای قیر این مخلوط، باید از زهکشی شدن آن جلوگیری به عمل آید. برای رسیدن به خصوصیات مطلوب SMA می‌توان از قیرهای اصلاح‌شده استفاده کرد. این عمل نیاز به استفاده از آب‌بند را نیز که برای جلوگیری از زهکشی به کار می‌رود، کاهش می‌دهد.

ترکیب خاص مخلوط اجازه اجرای لایه‌های نازک را نیز می‌دهد. بنابراین با استفاده از این آسفالت با کیفیت در لایه رویه، به مقدار مصالح کمتری نیاز می‌باشد. در نتیجه اثبات شده است که با وجود استفاده از درصد قیر بیشتر و سنگدانه‌های باکیفیت‌تر در این مخلوط، به کارگیری آن با صرفه اقتصادی همراه است. در صورتی که SMA به طور مناسب طراحی و اجرا شود، نیازمند ترمیم و نگهداری بسیار ناچیزی است. دیگر فواید این مخلوط از جمله اجرای سریع و سهولت استفاده در عملیات تعمیر و نگهداری نیز باعث کاهش هزینه کل در طول عمر آن می‌گردد.

چگونه:

در اواخر دهه ۱۹۷۰ متخصصان اسلونیایی شروع به استفاده از SMA نمودند و آخرین شباهت در مورد آن نیز در سال ۱۹۸۴ با استانداردسازی آلمان (ZTV Asphalt-StB 84) از میان برداشته شد. اولین SMA (۱۱-۰ میلی‌متر) در آوریل ۱۹۹۰ در یک قطعه از راه ایالتی شهر Vrhnika اجرا شد. قطعه مهم بعدی در سال ۱۹۹۵ با بازسازی بزرگراه A10 با طول ۴ کیلومتر اجرا شد. اولین مخلوط SMA که در یک قطعه بزرگراه به صورت نوسازی اجرا شد، به طول ۷ کیلومتر بود و در کنارگذر شمالی شهر Ljubljana اجرا گردید. در هر دو مورد ذکر شده از SMA ۸-۰ میلی‌متر استفاده شد. بکارگیری SMA زمانی فراگیر شد که از سال ۱۹۹۷ مناقصه تمامی آزادراههای جدید و بازسازی آزادراههای موجود به دست DARS^۱ افتاد.

همزمان با تولید SMA، فعالیت‌هایی برای بکارگیری مشخصاتی فنی برای آن توسط ZAS^۲ به انجام رسید و در سال ۱۹۹۷، "پیوست شرایط فنی SMA، PTP SCS 1989" (مشابه با ZTV آسفالت آلمان) تهیه شد و در سال ۲۰۰۰ توسط DRSC^۳ منتشر گردید. گام بعدی اصلاح مشخصات فنی "آسفالت ماستیک درشت‌دانه: لایه‌های قیری TSC06.412:۲۰۰۱" در سال ۲۰۰۱ بود. از آن زمان تا کنون تقریباً تمامی رویه‌های SMA ساخته شده در اسلونی که در حدود ۵۰۰ کیلومتر آزادراه و بزرگراه می‌باشد، بر همین اساس ساخته شده است.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

استفاده از SMA در اسلونی را با توجه به دوام مناسب به دست آمده و مقاومت در برابر تغییر شکل بالا، می‌توان یک موفقیت در نظر گرفت. پیشنهادهایی نیز به علت مشکلات به وجود آمده در برخی موارد، ارایه شده است. برای مثال بروز ترک‌ها به علت سخت‌شدگی زیاد و درصد قیر بسیار کم و مقاومت در برابر ترمزگیری در کوتاه‌مدت که به وسیله پاشیدن سنگدانه همزمان با غلتک‌زنی مرتفع گردید. برای مقابله با همین مشکلات بود که در سال ۲۰۰۵ "پیشنادهایی برای تولید و پخش SMA" توسط ZAS منتشر گردید.

اخیراً برای اولین بار در تاریخ اسلونی، مخلوطی آسفالتی که بخشی از سنگدانه‌های آن با فولاد سیاه^۴ جایگزین شده است در لایه رویه راه توسط گروهی موسوم به Group of Primorje مورد استفاده قرار گرفت. به طور کلی تا

1. Motorway Company in the Republic of Slovenia
2. Slovenian Asphalt Pavement Association
3. Slovenian Roads Agency
4. Black Steel

کنون حدود ۱۱۰۰۰ تن SMA با اندازه ۱۱-۰ میلی‌متر و PmB 45/80-65 A2 S با سنگدانه‌هایی از جنس روباره آهن در سه قطعه اصلی بزرگراهی اسلوونی به ضخامت ۴ سانتی‌متر اجرا شده است (A1 Vrhnika-Logatec, HC H4). این قطعات نوسازی شده نسبتاً جدید هستند و تا کنون مقاومت خوبی نسبت به شیارشدگی مسیر چرخ‌ها، دمای پایین، مقاومت اصطکاک چرخ و بافت سطحی نشان داده‌اند. با در نظر گرفتن بزرگراهها و شبکه G+R (راههای اصلی و محلی) در مجموع ۲۰۰۰۰ تن فولاد سیاه به عنوان سنگدانه در لایه رویه آسفالتی مورد استفاده قرار گرفته است که عموماً SMA بوده‌اند.

<http://www.primorje.si/index.php?vie=cnt&id=2008022807463306&lng=eng>

<http://spens.fehr1.org/?m=42&a=content&id=267>

تجربیات:

هم اکنون چندین کشور استاندارد ملی برای SMA دارند، و CEN نیز استاندارد اروپایی با نام EN13108-5:2006 منتشر نموده است. در ایالات متحده، که SMA با عنوان آسفالت ماستیک درشت‌دانه نامیده می‌شود و هر جای دیگر در جهان، استفاده از آن در بین ادارات راه و صنعت آسفالت در حال افزایش می‌باشد.

منابع:

- posebni tehnicni pogoji-spremembe in dopolnitve (Vezabne obrabne in zaporne plasti-drobir z bitumenskim mastiksom)-III. Knjiga; Ljubljana, 2000
- TSC 06.300/06.400:2009 Smernice in tehnicni pogoji az graditev asfaltnih plasti SIST 1038-5-Bituminizirane zmesi-Spedifikacije materialov-5.del: Drobir z bitumenskim mastikson-Zahtev-Pravila za uporabo (Bituminous mixtures-Material specifications-Part 5: Stone Mastic Asphalt-Requirements-Rules for implementation of SIST EN 13108-5)
- ZTV Asphalt-StB 84: Splittmastixasphalt, FGSV, 1984
- Heavy duty surfaces, The argument for SMA; EAPA 1998
- Priporocila za proizvodnjo in vgrajevanje asfaltne zmesi DBM, ZAS 2005

❖ امولسیون کف قیر در آفریقای جنوبی

چيست:

در ماه مه ۲۰۰۹ آکادمی آسفالت^۱ (یکی از ائتلاف‌های مشترک Sabita و CSIR) یک سند اصلاح شده برای مصالح قیری تثبیت شده با نام راهنمای فنی: مصالح قیری تثبیت شده^۲ (BSM) - راهنمای طراحی و ساخت مصالح تثبیت شده با امولسیون قیری و کف قیر-TG2 را منتشر کرد. این سند جایگزین نسخه‌ی قدیمی‌تر TG2 شد. TG2 جدید،

1. Asphalt Academy

2. Bitumen Stabilized Material

بر اساس تحقیقات بسیار وسیع بر روی رفتار و عملکرد BSM ها در پنج سال گذشته بنیان گذاشته شده بود. بخش اعظم این کار بر روی طرح مخلوط، دسته‌بندی مصالح برای طراحی و طراحی سازه‌ای تمرکز دارد. مشاهدات عملکرد روسازی‌های در حال بهره‌برداری نیز بر بنیان علمی روسازی‌های BSM تأثیر داشته است. تمامی این تحقیقات در این راهنمای جدید گنجانده شدند.

جنبه‌های قابل توجه این راهنما به قرار زیر می‌باشند:

- معرفی آزمایش برش سه محوره ساده^۱ STT (در سطح ۳ طراحی) برای رده‌بندی مصالح BSM بر اساس پارامترهای چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی؛
- بکارگیری منطق فازی و تئوری قطعیت برای تمامی مصالح موجود برای ایجاد یک دسته‌بندی منطقی (و البته با دقت کمتر) با هدف طراحی سازه‌ای؛
- معرفی یک روش طراحی با عدد روسازی^۲ (PN)، برای روسازی‌های BSM. این روش مبتنی بر حساب‌های سرانگشتی ساده بوده که به خوبی اصول رفتاری روسازی را منعکس می‌کند و نتیجه بررسی تاریخیچه عملکرد روسازی‌های در حال بهره‌برداری می‌باشد؛
- بخش مفصلی از ساخت BSM به الزاماتی اختصاص یافته است که در خصوص مناسب بودن عملکرد لایه اجرا شده اطمینان می‌دهد.

چرا:

امروز، بازیافت سرد BSM ساخته شده با امولسیون یا با کف قیر یک روش مقبول در بهسازی راهها می‌باشد تا آنجا که تقاضا برای آن در راههای جدید نیز بسیار زیاد است. این وضعیت باعث انتخاب بازیافت در محل به عنوان روش مورد پسند (برای پاسخگویی به درخواست‌های فراوان بازسازی) شده است. برخی فواید بازیافت BSM که در راستای فعالیتهای توسعه پایدار می‌باشد، عبارتند از:

- فواید قابل توجه در مسایل زیست‌محیطی با استفاده مجدد از سنگدانه‌ها به جای سنگدانه‌های جدید و صرفه‌جویی در مصرف انرژی که حاصل کاهش استفاده از تجهیزات گرمایشی است.
- کاهش اختلال‌های جریان ترافیک و تأخیرات زمانی به دلیل انجام عملیات آسیاب، تثبیت و اجرای در محل.
- سنگدانه‌های با کیفیت پایین‌تر نیز اغلب می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند.
- در برخی شرایط، احتمال صرفه‌جویی قابل توجهی در زمان و هزینه وجود دارد.

1. Simple Triaxial Shear Test
2. Pavement Number

چگونه:

با توجه به تشابهات بین BSM امولسیون و BSM کف قیر، چاپ یک سند راهنما برای هر دو روش به منظور توضیح تثبیت با این روش‌ها، مناسب به نظر می‌آید. علاوه بر مقدمه، این راهنما متشکل از ۴ بخش است:

- فرایند طرح اختلاط BSM؛
- روشی برای دسته‌بندی مصالح دانه‌ای، سیمانی شده و تثبیت شده با قیر؛
- روش طراحی سازه‌ای و یک کاتالوگ طراحی؛
- اجرای BSM.
- از آن جا که ساخت BSM امولسیونی و کف قیری با یکدیگر تفاوت دارد، این بخش‌ها در متن راهنما به طور کامل تفکیک شده‌اند.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

ویرایش جدید TG2 از طریق سمینارهای محلی در سال ۲۰۰۹ معرفی شد و به نظر می‌آید به طور کامل در عمل به کار گرفته شود. همچنین در نظر گرفتن روش طراحی سازه‌ای PN در روش طراحی روسازی که هم اکنون توسط سازمان راه‌های ملی آفریقای جنوبی (SANRAL) به کار گرفته می‌شود، مفید خواهد بود.

تجربیات:

فایده ارایه هر دو روش BSM در یک راهنما این است که می‌توان به شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها توجه نمود و برای هر شرایطی، فناوری مناسبی را استفاده نمود و بدین ترتیب هر دو روش قابل رقابت می‌شوند. همچنین این پروژه مثال خوبی برای همکاری بخش خصوصی و دولتی برای نوآوری، توسعه و بکارگیری فناوری جدید می‌باشد.

اطلاعات تماس:

Saied Solomons, Saied@sabita.co.za

❖ روسازی دمای پایین در اسلوونی**چیست:**

آسفالت دمای پایین^۱ (LTA) یا آسفالت نیمه‌گرم (WMA)، نام آسفالتی است که در دماهای پایین‌تر از معمول (برای آسفالت معمولی بین ۱۴۰ تا ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد) تولید و پخش می‌گردد. آسفالت نیمه‌گرم

1. Low Temperature Asphalt

آسفالتی است که عموماً در دماهایی بین ۱۰۰ الی ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد و آسفالت دمای پایین آسفالتی است که در دماهای زیر ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تولید می‌شود.

چرا:

آسفالت نیمه‌گرم و آسفالت دمای پایین در ابتدا، پاسخ صنعت روسازی برای حفظ محیط زیست بود. کاهش "اثر گلخانه‌ای" حاصله از تولید گازهای گلخانه‌ای نه تنها در حفظ محیط زیست مؤثر است بلکه با کاهش این گازها در نتیجه کاهش دما شرایط کاری بهتری را برای کارگران در سایت مهیا می‌کند. در عین حال کاهش دمای تولید همچنین منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی نیز می‌شود.

چگونه:

آسفالت دمای پایین و آسفالت نیمه‌گرم را به روش‌های مختلفی می‌توان تولید نمود. در اصل، سه روش برای تولید آسفالت دمای پایین وجود دارد که بر اساس موارد زیر استوار می‌باشند:

۱. مهندسی فرایند؛

۲. عوامل آب‌زدا؛

۳. قیر مخصوص و افزودنی‌ها.

خصوصیت مشترک همه روش‌های تولید، کاهش دمای اختلاط به میزان حداقل ۲۰ الی ۳۰ درجه سانتی‌گراد است. در اینجا، مهندسی فرایند از روش‌های مختلفی برای کاهش دمای اختلاط آسفالت استفاده می‌کند. روش با عامل آب‌زدا مبتنی بر پیوند شیمیایی آبی است که حین عملیات اختلاط آزاد می‌شود. ماده افزودنی که حین عملیات اختلاط اضافه می‌شود یا از قبل برای تولید قیری خاص به قیر افزوده می‌شود عموماً پارافینی می‌باشد.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

تا کنون، در اسلونی آزمایش‌های متعددی در ابعاد آزمایشگاهی و واقعی با WMA انجام شده است. آزمایش‌های اولیه در سال ۲۰۰۴ با افزودنی‌های مختلف در آزمایشگاه و آزمایش‌های بیشتری با افزودنی‌های ارگانیک و معدنی در کارخانه آسفالت انجام شد. تجربیات مثبت بودند اما از دیدگاه تولیدکننده به علت هزینه‌های بیشتر، از نظر تجاری مقرون‌به‌صرفه نبوده است.

نیاز به آیین‌نامه و مشخصات برای WMA و LTA هنوز احساس می‌شود و شاید مسیری که در آلمان انتخاب شده است، ادامه پیدا کند. برای مثال انتشار "Merkblatt fur Temperaturabsenkung von Asphalt: FGSV, 2006" اما هنوز تصمیمی بر ادامه این روند گرفته نشده است.

تا زمانی که دولت یا سرمایه‌گذاران عمومی فواید کلان WMA را در مورد محیط زیست درک نکنند، شانس کمی برای اجرای آن در ابعاد بزرگ وجود دارد.

تجربیات:

درک تفاوت میان آسفالت دمای پایین (یا حتی اختلاط سرد) و آسفالت نیمه گرم مهم است. در تولید آسفالت در دمای پایین، احتمال زیادی در رسیدن به اهداف مطلوب وجود دارد، اما نتایج مختلفی نیز در این فرایند به دست می آید که تمامی آنها باید با هم در نظر گرفته شده و در موارد خاص به طور جداگانه ملاحظه شوند. همچنین نباید مسأله سود- هزینه را که تا کنون به طور کامل پاسخ داده نشده است، دست کم گرفت.

اطلاعات تماس:

Aleksander Ljubic, saso.ljubic@igmat.eu

❖ آسفالت نیمه گرم در آفریقای جنوبی**چيست:**

اولین قطعه آزمایشی از آسفالت نیمه گرم در آفریقای جنوبی در نوامبر ۲۰۰۸ اجرا شد. هدف این آزمایش بررسی نتایج به دست آمده در دیگر کشورها در تولید، پخش و کوبیدن مخلوط‌هایی در دماهایی حدود ۲۰ درجه سانتی گراد پایین تر از دماهای HMA معمولی بوده است. این آزمایش‌ها، که در آنها فناوری خاصی مخلوط‌های WMA را قادر به رسیدن به این اهداف نموده است، شامل مخلوط‌های گرم حاوی ۱۰ درصد آسفالت بازیافتی (RA) بوده است. آزمایشی دیگر که از دو فناوری مختلف WMA با ۱۰ درصد RA استفاده نمود، یافته‌های آزمایش اول را تأیید کرد.

چرا:

هدف اصلی این آزمایش‌ها تأیید فواید مخلوط‌های آسفالتی گرمی بود که در کشورهای دیگر تولید می‌شوند. این فواید شامل مسایل زیست محیطی از جمله تولید کمتر گازهای گلخانه‌ای در کارخانه آسفالت و شرایط کاری بهتر در سایت اجرای آسفالت می‌باشد. همچنین از فواید آن کاهش مصرف سوخت می‌باشد. البته افزودن RA همراه با WMA در بهبود پایداری نقش دارد.

چگونه:

در هر قطعه آزمایشی تقریباً از ۲۰۰۰ تن مخلوط استفاده شد. در آزمایش اول مخلوط توسط یک کارخانه آسفالت پیوسته از نوع استوانه‌ای و دومی در یک کارخانه آسفالت پیمانه‌ای تولید شده است. پس از آزمایش‌های اول، با توجه به تجربیات کسب شده الگویی تهیه گردید. در آزمایش دوم این الگو از طرح اختلاط آزمایشگاهی تا کارخانه آسفالت و طراحی روسازی به کار گرفته شد.

از تولید در کارخانه آسفالت تا پخش آسفالت، حداکثر و حداقل دماهای ۱۴۰ و ۱۲۰ درجه سانتی گراد کنترل گردید. اطلاعات مفید دمایی از طریق استفاده گسرنده از تصویربرداری حرارتی به دست آمد. در تمام طول

آزمایش، دما در هنگام تراکم و همچنین تعداد عبور غلتک‌ها کاملاً نظارت شد. در هر دو قطعه آزمایشی، قطعاتی کنترلی با آسفالت معمولی با دانه‌بندی مشابه و قیر اصلاح نشده نیز اجرا شد.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

این آزمایش‌ها نشان داد مخلوط آسفالت نیمه‌گرم را می‌توان با موفقیت با سنگدانه‌های محلی و سنگدانه‌های بازیافتی به همراه قیر اصلاح‌شده با فناوری ساسوبیت یا ردیست تولید کرد. مجموعه کلی آزمایش‌های انجام گرفته بر روی قطعات آزمایشی نشان می‌دهد کیفیت WMA حداقل همانند آسفالت معمولی است و علاوه بر این انرژی کمتری برای کوبین آن تا تراکم مورد نیاز لازم می‌باشد. این آزمایش‌ها همچنین حاکی از کاهش قابل توجه مصرف مواد سوختی است.

با کسب موفقیت این قطعات آزمایشی، قطعات دیگری نیز با استفاده از دیگر فناوری‌های WMA در حال برنامه‌ریزی می‌باشند. در همین حال، پیش‌نویسی از مشخصات آماده شده است و قرار است از آن برای کسب تجربه بیشتر قبل از انتشار آن در سطح ملی، در پروژه‌های مترو دوربان استفاده گردد.

تجربیات:

- مشخص گردید الگویی که برای تولید، پخش و تراکم WMA تهیه شد، به منظور مقایسه و نگارش مشخصات مخلوط آسفالت نیمه‌گرم برای بکارگیری کامل این فرایند بسیار مفید بوده است.
- با توجه به فناوری‌های مختلف WMA، برای کسب تجربه و شناخت خصوصیات هر کدام، ارزیابی دقیقی قبل از استفاده وسیع از آنها مورد نیاز می‌باشد.

اطلاعات تماس:

Tony Lewis, tonylcons@telkomsa.net

❖ آسفالت نیمه‌گرم در اسپانیا

چیست:

مخلوط آسفالت نیمه‌گرم در دمایی پایین‌تر از آسفالت معمولی (۳۵ درجه سانتی‌گراد پایین‌تر) تولید و اجرا می‌شود.

چرا:

از آسفالت نیمه‌گرم به علت کاهش مصرف انرژی در فرایند تولید و همچنین کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای استفاده می‌شود. همچنین ارتقای شرایط کاری به علت کاهش گازهای خطرناک، بوی نامطبوع و دمای پایین‌تر با استفاده از این مخلوط ممکن می‌شود.

چگونه:

برای اصلاح ویسکوزیته قیر آن را با افزودنی‌هایی اصلاح می‌کنند. این افزودنی‌ها، تولید و اجرای WMA را در دمای پایین‌تری نسبت به HMA میسر می‌کند.

طرح و پیشرفت:

قطعات آزمایشی متعددی برای مطالعه رفتار این قیر در مخلوط‌های مختلف ساخته شده‌است.

موفقیت:

- کاهش دما در تولید آسفالت نیمه‌گرم؛
- کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای؛
- بهبود شرایط کاری.

تجربیات:

- چسباننده مورد استفاده در مخلوط آسفالتی گرم قادر است مقاومت در برابر کرنش و خستگی را در دماهای پایین بهبود بخشد؛
- از آسفالت نیمه‌گرم می‌توان در تمامی لایه‌های روسازی از جمله رویه، اساس و لایه‌های میانی با قیرهایی با رده‌بندی‌های مختلف استفاده کرد؛
- ضخامت لایه‌های اجرا شده همانند ضخامت لایه‌های ساخته شده با HMA می‌باشد.

❖ میکروسرفیسینگ در یونان**چیست:**

میکروسرفیسینگ (MS) لایه‌ای در حدود ۱۰ میلی‌متر با خصوصیات سطحی بسیار خوب است که با اسلاری سیل به صورت سرد اجرا می‌شود. میکروسرفیسینگ مخلوطی است از امولسیون اصلاح‌شده با پلیمر، فیلر، آب، افزودنی‌های شیمیایی و برای سطوح با اصطکاک بالاتر برای ترمزگیری، به همراه سنگدانه که با نسبت مناسبی ترکیب شده‌اند. در برخی موارد خاص، مقادیر اندکی الیاف نیز به مخلوط آسفالت سرد افزوده می‌شود. در سال ۱۹۸۵ در یونان میکروسرفیسینگ با نام اسلاری سیل و سال‌ها بعد با نام خودش معرفی شد.

چرا:

در ابتدا میکروسرفیسینگ برای افزایش اصطکاک راه‌های با اصطکاک پایین به کار گرفته شد. اخیراً از این مخلوط به عنوان یک لایه آب‌بند برای افزایش طول عمر روسازی موجود استفاده می‌شود.

چگونه:

شروع استفاده از اسلاری سیل و میکروسرفیسینگ در یونان به علت در دسترس بودن تجهیزات مورد نیاز این صنعت توسط شرکت‌های خصوصی بود. این شرکت‌ها تمایل داشتند این نوآوری را به یونان و ادارات راه این کشور معرفی نمایند.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

در ابتدا، قطعاتی آزمایشی برای بررسی رفتار این لایه با ترافیک و آب‌وهوا توسط ادارات راه یونان ساخته شد. اخیراً، از میکروسرفیسینگ در راه‌های با اصطکاک کم و باندهای فرودگاه استفاده می‌شود. میکروسرفیسینگ به این علت مطلوب است که نیاز به مقادیر کمی مصالح با کیفیت خوب دارد (از روبراه آهن نیز در آن استفاده شده است)، اجرای آن سریع و با صرفه اقتصادی بوده و در نهایت به علت ضخامت کم، نیاز به شانه‌سازی و ارتقای شرایط زهکشی ندارد.

تجربیات:

- گزینه‌ای مناسب برای حفاظت از روسازی برای اداراتی که بودجه محدودی دارند؛
- ادارات راه قبل از اجرای میکروسرفیسینگ باید سطح راه را با دقت بررسی نمایند چرا که در صورت وجود ضعف‌های سازه‌ای، بهسازی‌های دیگری مورد نیاز می‌باشد.

اطلاعات تماس:

Dimitris Evangelidis, Devan@egnatia.gr

❖ روسازی آسفالتی Hot on Hot در آلمان (آسفالت کامپکت)

چیست:

آسفالت کامپکت نوعی روسازی است که در آن لایه رویه بلافاصله پس از لایه آستر پخش شده و هر دو لایه با هم متراکم می‌شوند. توسعه فناوری آسفالت کامپکت (Hot on Hot) در سال ۱۹۹۶ در آلمان آغاز شد. این نوع اجرا منجر به درگیری بهتر سنگدانه‌های دو لایه شده و باعث کاهش ضخامت لایه رویه می‌گردد. همچنین زمان اجرای روسازی را کاهش می‌دهد. حرارت موجود در لایه بیندر باعث تراکم بهتر لایه نازک توپکا شده و در این مورد پیوند خوب دو لایه به صورت یک لایه بدون نیاز به لایه‌ی تک‌ت ایجاد می‌گردد.

دو روش مختلف برای این نوع اجرای روسازی وجود دارد. در روش اول دو لایه بالایی در یک عبور با هم اجرا می‌شوند (لایه رویه و آستر یا لایه رویه و اساس). در این روش دو لایه به صورت Hot on Hot اجرا می‌شود بدون اینکه فینیش بر روی بیندر حرکت کند. این روش تنها با فینیش‌های خاص قابل اجرا می‌باشد و هم اکنون بخشی

از استانداردهای آلمان می‌باشد. روش دوم پخش روسازی با استفاده از دو فینیشر که در یک خط حرکت می‌کنند، انجام می‌گیرد. در اینجا فینیشری که لایه رویه را اجرا می‌کند، بر روی لایه بیندیری که از پیش متراکم شده است، حرکت می‌کند. تراکم نهایی بر روی هر دو لایه به طور همزمان انجام می‌شود.

چرا:

با استفاده از روسازی‌های آسفالت کامپکت نتایج زیر قابل دستیابی است:

- شرایط تراکم بهتر؛
- پیوند قوی و درگیری دو لایه که مقاومت لایه رویه را در مقابل تنش برشی و تغییر شکل‌ها تضمین می‌کند؛
- کاهش ضخامت لایه رویه باعث صرفه‌جویی در مصرف سنگدانه‌هایی می‌شود که کیفیت و ¹PSV بالایی داشته و گران هستند.

چگونه:

آسفالت کامپکت در آلمان استفاده شده است و برای موارد استفاده آن مثال‌های متعددی وجود دارد.

تجربیات:

مشخص شده است که استفاده از آسفالت Hot on Hot نیازمند موارد زیر می‌باشد:

- کارهای پیش‌زمینه‌ای بیشتر؛
- برنامه‌ریزی بیشتر؛
- لجستیک؛
- کارگران تعلیم دیده برای اجرا؛
- حجم بالای اجرای آسفالت در هر ساعت (ظرفیت بالای اختلاط، حمل‌ونقل و اجرا) و همچنین تجهیزات فنی بیشتر در ماشین‌آلات.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

اصلاح روش و توسعه استاندارد آلمان برای حرکت فینیشر دوم بر روی لایه بیندیر.

اطلاعات تماس:

Rudi Bull-Wasser
BASt Federal Highway Research Institute
E-mail: bull-wasser@bast.de

❖ آسفالت Hot on Hot در لیتوانی

چيست:

توسعه فناوری آسفالت Hot on Hot (آسفالت کامپکت) در سال ۱۹۹۶ در آلمان آغاز شد. آسفالت کامپکت عبارت است از روسازی شامل لایه رویه و آستر که در یک عملیات پشت سر هم پخش شده و با هم کوبیده می‌شوند. حرارت لایه بیندر باعث تراکم بهتر لایه توپکا می‌شود. در این روش بدون استفاده از لایه تک‌کت پیوند مناسبی بین بیندر و توپکا ایجاد می‌شود.

چرا:

با استفاده از آسفالت کامپکت دستاوردهای زیر حاصل می‌شوند:

- شرایط تراکم بهتر؛
 - پیوند و درگیری بهتر دو لایه که تضمین‌کننده مقاومت لایه رویه نسبت به تنش برشی و تغییر شکل می‌باشد؛
 - کاهش ضخامت لایه رویه باعث صرفه‌جویی در مصرف سنگدانه‌های گران‌قیمت و با کیفیت می‌شود که دارای PSV و خصوصیت بازتاب نور بالایی می‌باشند.
- برای استفاده از این فناوری به تجهیزات اصلاح‌شده مخصوص، کارگران تعلیم دیده و مخلوط‌های طراحی شده به روش‌های خاص نیاز است.

چگونه:

دو قطعه به صورت پایلوت در سال ۲۰۰۸ ساخته شد. کار طراحی نیز به عهده پیمانکاران بود و این اجازه را داشتند که از فناوری Hot on Hot استفاده کنند.

تجربیات:

فواید اقتصادی این فناوری عبارتند از:

- کاهش هزینه مستقیم؛
- کاهش ضخامت لایه رویه و جایگزینی آن در لایه بیندر که ارزان‌تر بوده و مقاومت بهتری در مقابل تغییرشکل‌ها دارد؛
- نیاز به تجهیزات و کار کمتر برای تراکم آسفالت؛
- حذف لایه تک‌کت؛
- زمان اجرای بسیار کمتر که در برخی موارد تا نصف کاهش یافته است.

- دوام طولانی تر روسازی که به وسیله موارد زیر تضمین شده است:
- درگیری و قفل و بست بهینه بین لایه های آستر و رویه، درجه تراکم بالا و فضای خالی کمتر (اما کافی) که منجر به افزایش دوره عمر می شود؛
- مقاومت بالا در مقابل تغییر شکل های برشی و دایمی که آسفالت کامپکت را مشابه روسازی بتنی با هزینه های تعمیر و نگهداری کمتر نموده است.
- عملیات روسازی بسیار آسان تر در دماهای کمتر:
- به دلیل انرژی گرمایی هر دو لایه، افت دما آرام تر است، بنابراین عملیات تراکم در زمان بیشتری قابل انجام می باشد.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

- قطعات آزمایشی به علت دارا بودن تجهیزات بسیار پیشرفته و استفاده پیمانکار از کارگران ماهر، موفقیت آمیز بودند؛
- زمان اجرای روسازی نصف شد که نتیجه آن کاهش هزینه کاربر به علت بسته شدن ترافیک و همچنین صرفه جویی مستقیم در هزینه های پیمانکار شد؛
- خصوصیات بسیار خوبی از روسازی به دست آمد؛ هر چند باید توجه زیادی به تراکم لایه رویه شود و تست هایی برای کنترل میزان کوبیدگی آن انجام شود؛
- برای سهولت اندازه گیری ضخامت لایه رویه از یک روش غیر مخرب الکترومغناطیسی باید استفاده شود.

اطلاعات تماس:

Zigmantas Perveneckas
Lithuanian Road Administration
E-mail: zigmantas.pervenckas@ira.it

❖ مصالح چسبنده (سیمانی) خودتراکم برای تعریض جاده های با حجم ترافیک پایین در فرانسه

چيست:

این مصالح از سال ۱۹۹۹ در فرانسه تولید می شود. این مصالح از نوع خودتراکم سیمانی است و به خانواده ای از محصولات تعلق دارد که در آمریکا با عنوان مصالح کم مقاومت کنترل شده^۱ (ACI 229R-99) و در فرانسه به نام مصالح سیمانی پرکننده ترانشه^۲ شناخته می شود. اما بر خلاف این محصولات، خصوصیات مکانیکی آن در مرحله

1. Controlled Low Strength Material
2. Trench Filling Cementitious Materials

سخت‌شدگی مشابه سنگدانه‌های خوب دانه‌بندی شده تثبیت شده با سیمان می‌باشد (همانطور که در EN14227-1 توضیح داده شده است). این مصالح می‌توانند نقشی سازه‌ای در ساخت راه داشته باشند. به همین علت است که در فرانسه این مصالح به "MACES" معروف می‌باشند. از این مصالح برای ساخت تیر کناری در تعریض راههای با حجم ترافیک پایین استفاده می‌شود.

چرا:

در فرانسه بخش مهمی از شبکه راههای بین‌شهری برای حصول اطمینان از عبور ایمن وسایل نقلیه، نیاز به تعریض تا ۶ متر دارند. روش مرسوم چنین کاری ساخت یک تیر بزرگ لبه ساخته شده از مصالح خوب دانه‌بندی شده به عرض ۰/۵ تا ۱ متر و پس از آن پوشاندن آن با یک رویه قیری بوده است. تا کنون این روش نتایج مایوس‌کننده‌ای از نظر دوام در پی داشته است، چرا که تراکم این نوار باریک آسان نبوده و باعث تراکم پایین آن می‌شود و منجر به اضمحلال کناره راه می‌شود. هزینه نگهداری و ترمیم چنین سازه‌ای نیز زیاد است.

استفاده از مصالح سیمانی خودتراکم (MACES) برای تعریض راه با تکنیک تیر لبه فواید زیر را دارد:

- تأمین عرض اضافی برای حصول اطمینان از تراکم مناسب ضرورتی ندارد. در نتیجه نیاز به تملک زمین‌های حاشیه راه نیز کاهش پیدا می‌کند.
- سرعت قالب‌گیری و کاهش آلودگی صوتی؛
- رعایت رواداری میزان آب موجود در بتن و اطمینان از تراکم کافی آن منجر به کیفیت بالای آن شده و باعث می‌شود این روش ایمن، بادوام و از نظر اقتصادی باصرفه باشد.

چگونه:

تولید این ماده در ابتدا با کار مشترک یک آزمایشگاه و یک تولیدکننده سیمان شکل گرفت. به محض اینکه اثبات امکان ساخت و استفاده از چنین مصالحی، تبلیغات برای این مصالح آغاز گردید. همچنین با پیمانکاری که قبلاً تجربه این عملیات را داشت تماس گرفته شد تا یک پیشنهاد مهندسی ارزش تهیه کرده و قبل از انجام مناقصه به ارگان مالک راه ارایه دهد تا به کمک آزمایشگاه و تولیدکننده سیمان، با این فناوری راه را تعریض نمایند. پس از آن قطعات آزمایشی دیگری در این حوزه اجرا شد (۳۰۰ متر در سال ۲۰۰۳ و ۴ کیلومتر در سال ۲۰۰۵ در شمال غربی فرانسه).

طرح، پیشرفت و موفقیت:

نتایج این قطعات آزمایشی در قالب مقالات علمی، فیلمی مرتبط با قطعه آزمایشی دوم و معرفی فناوری به ادارات راه و پیمانکاران ارایه گردید. از سال ۲۰۰۳، ده‌ها کیلومتر تعریض راه با این فناوری انجام گرفت (مثلاً در منطقه

ماین فرانسه^۱ و وین^۲) که عملکرد خوبی داشته‌اند (بدون مشاهده ترک طولی در لایه رویه بین روسازی قدیمی و روسازی جدید در لبه، بدون نشست).

تجربیات:

در اینجا مشارکت بخش عمومی و خصوصی بسیار جذاب به نظر می‌آید. تولیدکننده سیمان و پیمانکار، با داشتن ظرفیت تولید و دانش در خصوص سایت‌های ساخت‌وساز و همچنین شناخت مالکان راه، اجرای این فناوری را تسهیل نموده‌اند. از سوی دیگر، آزمایشگاه دانش مورد نیاز برای شناخت مصالح را در اختیار قرار داده و همانند یک متخصص، به مالکانی که مایل به کاربرد این فناوری هستند، اطمینان می‌دهد.

تجربیات کسب‌شده عبارتند از:

- این مصالح را می‌توان با بچینگ‌های بتن معمولی تولید نمود؛
- دو نوع اجرا می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد: یکی به طور مستقیم از تراکم‌میکسر و دیگری به وسیله یک کامیون کمپرسی که به دنبال آن یک ماشین آب‌پاش در حرکت است. برای این کار از یک ماشین تعریض راه که به یک میکسر مجهز شده است، استفاده می‌شود. این دو روش را می‌توان برای سایت‌های کوچک و بزرگ به کار گرفت؛

- بر اساس EN 14227-1، مصالح خودتراکم MACES باید حداقل از کلاس T3 باشند؛

- ضخامت تیر لبه باید حداقل ۳۵ سانتی‌متر باشد؛

- ترافیک باید سبک باشد (کمتر از ۵۰ خودروی سنگین در روز).

اطلاعات تماس:

Thierry Sedran
IFSTTAR, France
Thierry.sedran@ifsttar.fr

❖ روسازی شهری قابل جمع‌آوری در فرانسه

چيست:

از سال ۲۰۰۳ ایده روسازی شهری قابل جمع‌آوری در فرانسه توسط شبکه فنی وزارت راه مطرح شد. طرح این روسازی شامل دال‌های هشت ضلعی پیش‌ساخته بتنی بود که روی یک لایه نازک از سنگدانه قرار داده می‌شود. لایه سنگدانه نیز به نوبه خود روی یک بستر مصالح اساس که به سادگی قابل جمع‌آوری است، قرار می‌گیرد.

1. Mayenne
2. Vienne

- انتخاب شکل هشت ضلعی برای دال‌های بتنی باعث می‌شود ریسک خرابی گوشه‌ها به نسبت چهار ضلعی کمتر باشد. حداکثر اندازه دال‌ها نیز محدود شده تا برای جابجایی آنها نیاز به تجهیزات سنگین نباشد.
- بستری از سنگدانه برای تراز کردن دال‌های بتنی و نیز کمک به زهکشی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- یک لایه مصالح متراکم و تقویت شده با سیمان به عنوان لایه اساس استفاده می‌شود که به $SECTM^1$ موسوم است. تقویت به منظور افزایش چسبندگی و استحکام بیشتر برش‌های قائم در حین عملیات حفاری (خاکبرداری) انجام می‌شود. چسباننده این لایه سیمان خالص است چرا که دستیابی سریع به مقاومت مناسب و بازگشایی ترافیک در کوتاه‌مدت را امکان‌پذیر می‌سازد و در ضمن از دستیابی به مقاومت در بلندمدت که حفاری‌ها را در آینده دشوار می‌سازد، نیز پرهیز می‌گردد. عیار سیمان (عموماً حدود 25 kg/m^3) طوری تعیین می‌شود که مقاومت فشاری ۲۸ روزه (برای سهولت حفاری) کمتر از ۲۵ مگاپاسکال و مقاومت کششی ۲۸ روزه (برای حصول اطمینان از باربری) 0.16 مگاپاسکال باشد.

چرا:

- روسازی‌های شهری کارکردهای بسیاری دارند و انواع مختلف شبکه‌های تأسیسات را در بر می‌گیرند (ارتباطات، آب، برق و ...). از آنجا که هماهنگ کردن تمامی اپراتورها کار بسیار دشواری است، این روسازی‌ها حتی به فاصله کمی از ساخت یا ترمیم، تحت عملیات کاری فراوانی قرار می‌گیرند. این عملیات باعث ایجاد صدا، آلودگی هوا و همچنین منجر به ازدحام ترافیکی و از بین رفتن زیبایی راههای شهری می‌شود.
- قبل از پروژه، مسئولان ۴۰ شهر جهت شناسایی فواید احتمالی تکنولوژی RUP^2 مصاحبه شدند. نتیجه این بررسی نشان داد که این مسئولان علاقمند به توسعه RUP می‌باشند. سه علت اصلی عبارتند از:
- کاهش نارضایتی کاربران و ساکنان محل به علت عملیات ترمیم که نتیجه کاهش زمان ساخت می‌باشد؛
 - سهولت دسترسی به شبکه‌های زیرزمینی؛
 - مدیریت پایدار روسازی (احتمال تعمیر یا تغییر کارکردهای روسازی با بازیافت آسان عناصر بتنی).

چگونه:

قبل از هر چیز، یک مفهوم اولیه در وزارت راه فرانسه توسعه یافت. مسئولان شهرهای متعددی برای آزمایش این نوآوری تماس گرفتند. در نهایت دو مورد از پروژه‌ها مورد قبول واقع شد: Saint Aubin-les-Elbeuf در نزدیکی نانت و روئن، هر دو در منطقه غرب فرانسه. پس از آن برای هر پروژه یک گروه فنی متشکل از آزمایشگاه‌های فنی وزارت راه فرانسه، مسئولان شهر و نمایندگان تأسیسات (آب و برق و تلفن و ...) تشکیل شد. این گروه مسئول

1. Structural Excavatable Cement Treated Material
2. Removable Urban Pavement

تعیین الزامات برای روسازی بود که به وسیله مسئولان شهر در یک فراخوان مناقصه استفاده شد. یک مطالعه مشخص بر روی هر دو روسازی آزمایشی به نگارش یک راهنمای فنی منجر می‌شود که ارایه‌دهنده جدول عناصری برای طراحی چنین روسازی‌هایی مبتنی بر ترافیک و ابعاد دال‌ها می‌باشد.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

پروژه Saint Aubin در تابستان ۲۰۰۷ تکمیل گردید که عبارت بود از یک خیابان با طول ۹۰ متر در یک محدوده صنعتی بود. برای سهولت برداشت، دال‌های مجزا با طول ضلع ۷۵ سانتی‌متر که وزنی کمتر از ۸۰۰ کیلوگرم داشت، انتخاب شدند. این وزن آنقدر کم بود که بتوان به راحتی آنها را جابجا نمود و آنقدر زیاد هست که زیر بار چرخ کامیون خراب نشود و همچنین کسی نتواند بدون اجازه آن را جابجا نماید.

پروژه‌ی نانت در تابستان ۲۰۰۸ تکمیل شد که شامل یک محدوده ۱۲ در ۷ متری بود، به طوری که ۱۵۵ دال در آن جای می‌گیرد. محدوده این زمین در یک منطقه صنعتی در نزدیکی یک دیوی مصالح بود که تحت بار عبوری کامیون قرار داشت. از آنجا که مالک این پروژه دارای ابزار مکنده‌ای (برای جابجایی دال‌های بتنی) با ظرفیت محدود بود، حداکثر وزن ۲۵۰ کیلوگرم برای هر دال مد نظر بود. لذا دال‌هایی با طول ضلع ۴۶ سانتی‌متر انتخاب شد. با دال‌های کوچک، اثر پخش تنش چرخ کامیون روی لایه اساس حداقل شده و ریسک خرابی دال بیشتر می‌شود. به همین علت است که دال‌ها به کلیدهایی برای متصل شدن به یکدیگر مجهز شدند. برای جلوگیری از خرابی این کلیدها، الیاف فولادی به دال بتنی اضافه شد.

از آنجا که هر دو قطعه عملکرد خوبی دارند، نتایج در مقالات فنی، تارنما (<http://heberge.lcpc.fr/cud/>), یک راهنمای فنی و دیگر روش‌های موجود ارایه گردید. بر اساس راهنمای چاپ شده، پروژه‌های جدیدی در شهرهای مختلف در حال مطالعه می‌باشند.

تجربیات:

مشخصات فنی مختلفی در یک راهنما گردآوری شد که شامل دال‌های بتنی پیش‌ساخته (هندسه، عملکرد بتن و ...), بستر سنگ شکسته (منحنی دانه‌بندی), خصوصیات سازه‌ای مصالح تقویت‌شده با سیمان با قابلیت حفاری، ضخامت لایه‌های مختلف بر اساس بار ترافیک و اندازه دال‌ها و غیره می‌باشد.

قابلیت جمع‌آوری روسازی پیشنهادی مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج حاکی از آن است که شروع تا پایان عملیات تنها نصف روز به طول می‌انجامد که در مقایسه با روسازی رایج شهری که ۲/۵ روز طول می‌کشد، بسیار کمتر است.

اطلاعات تماس:

Thierry Sedran
IFSTTAR, France
Thierry.sedran@ifsttar.fr

❖ روسازی بتن مسلح بسیار نازک^۱ (UTRCP) در آفریقای جنوبی

چيست:

UTRCP در سال ۲۰۰۲ به وسیله CSIR در آفریقای جنوبی معرفی شد. این فناوری با برگزاری کنفرانس راههای با ترافیک کم در ایالت آیووا آمریکا در سال ۱۹۷۹ توسعه یافت. در این کنفرانس شرکت کنندگان با روسازی بتنی نازک (۱۰۰ میلی متر) غیرمسلح و کم مسلح آشنا شدند. عملکرد روسازی بتنی مسلح شده با شبکه فولادی بعد از ۱۵ سال بسیار حیرت آور بود (۱۱۰۰ وسیله نقلیه در روز و ۴-۵ درصد ترافیک خودروی سنگین).

چرا:

به نظر CSIR این نوع روسازی، روسازی ایده آل برای خیابانهای شهری به ویژه خیابانهایی که توجهی به نگهداری آنها نمی شود، می باشد. استفاده از روسازی بتنی در این خیابانها فوایدی دارد که از جمله آنها می توان به استفاده از مصالح محلی و استقلال در استفاده از مصالح قیری اشاره کرد. همچنین این روسازی برای استفاده از نیروی کار بومی و تجهیزات و بچینگ سبک، ایده آل بوده و فرصت های شغلی ایجاد می نماید (یکی از اولویتهای دولت آفریقای جنوبی). این روسازی ها در مقایسه با دیگر روسازی های شهری، نیازمند ترمیم و نگهداری کمتری می باشند.

چگونه:

CSIR موقعیتی به دست آورد که سه قطعه روسازی بتنی مسلح پیوسته با ضخامت های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی متر که همگی به شبکه فولادی ۱۹۳ مسلح شده بودند را مورد آزمایش قرار دهد. نتیجه عملکرد قطعه با ضخامت ۵۰ میلی متر این شد که UTRCP با این ضخامت به عنوان یک پروژه تبلیغاتی توسط مسئولان استان کیپ شرقی^۲ برای راه دسترسی به یک معدن در متاتا^۳ ساخته شود. مسئولان استان گاتنگ^۴ و شهرداری شوین^۵ نیز تعدادی پروژه را با این روسازی اجرا نمودند. عملکرد این پروژه ها در آینده پایش خواهد شد. همچنین پیش نویس یک راهنما و مشخصات ساخت بر اساس تجربیات به دست آمده از این پروژه ها تهیه شد.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

علاوه بر روسازی هایی که تا کنون ذکر شد، فناوری UTRCP نیز در اسناد مناقصه برای ارتقای خیابانهای گاتنگ لحاظ شده است و در بخش های دیگری از کشور نیز در نظر می باشد.

1. Ultra Thin Reinforced Concrete Pavement
2. Eastern Cape
3. Mthatha
4. Gauteng
5. Tshwane

پروژه‌هایی که از فناوری UTCRCP بهره گرفته‌اند، از طرف مؤسسه مهندسان آفریقای جنوبی^۱ (SAICE) جایزه "اعجاب‌انگیزترین دستاورد مهندسی عمران-۲۰۰۸" را گرفتند. همچنین در انجمن بتن آفریقای جنوبی در سال ۲۰۰۹ با عنوان "بهترین نوآوری در استفاده از بتن"^۳ مورد ستایش قرار گرفتند.

تجربیات:

- برای تأیید یافته‌ها درباره عملکرد روسازی، باید پژوهش‌های جامع و آزمایش‌هایی انجام گیرد. برای مثال آزمایش‌هایی در دانشگاه پرتوریا و شبیه‌سازی خودروی سنگین برای این روسازی به منظور شناخت بهتر عملکرد روسازی در حال انجام است تا داده‌های مورد نیاز طراحی را قبل از استفاده از این روسازی در راه‌های با ترافیک بالا فراهم آورد؛
- وجود یک مدافع در بخش صنعت و منابعی برای راهبری پیاده‌سازی فناوری‌های جدید تا زمانی که نوآوری مورد قبول عام در صنعت قرار گیرد، اهمیت فراوانی دارد؛

اطلاعات تماس:

Rafeek Louw, elouw@csir.co.za

❖ روسازی بتنی پیوسته مسلح بسیار نازک^۴ (UTCRCPP) در آفریقای جنوبی

چيست:

روسازی بتنی پیوسته مسلح بسیار نازک (UTCRCPP) در سال ۲۰۰۵ توسط سازمان راه‌های ملی آفریقای جنوبی (SANRAL) معرفی شد. این فناوری در اسکاندیناوی برای روسازی‌های بتنی در مناطق صنعتی و متعاقباً برای تقویت عرشه پل‌های فولادی مورد استفاده قرار گرفت. این محصول یک روسازی بتنی خیلی نازک (۵۰ میلی‌متر)، به شدت مسلح شده و با مقاومت بالا است که دارای الیاف پلی‌پروپیلن و فولاد می‌باشد.

چرا:

شبکه راه‌های آفریقای جنوبی قدیمی است و نیاز به مقاوم‌سازی روسازی‌های موجود با روشی مقرون‌به‌صرفه و در زمانی کوتاه احساس می‌شد. همچنین قوانین زیست‌محیطی نیز استفاده از مصالح طبیعی برای ساخت را محدود کرده است. SANRAL با توجه به این چالش، راه حل را در این مصالح یافته چرا که سرعت ساخت و بازگشایی سریع را نیز برآورده می‌سازد.

1. South African Institute of Civil Engineers

2. The most outstanding civil engineering achievement in the community-based category-2008

3. Excellence and innovation in the use of concrete

4. Ultra Thin Continuously Reinforced Concrete Pavement

چگونه:

پس از بررسی‌های لازم، SANRAL تصمیم به آزمایش این مصالح به عنوان یک لایه روسازی گرفت و برای ارزیابی عملکرد آن دست به کار شد. دو قطعه آزمایشی ساخته شده به وسیله شبیه‌ساز خودروی سنگین به طور گسترده مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج آزمایش‌های HVS¹، همزمان با آزمایش‌های بیشتر بر روی مصالح محلی توسط دانشگاه پرتوریا و مدلسازی سه بعدی اجزای محدود برای بهینه‌سازی طراحی UTCRCP مورد استفاده قرار گرفت. طراحی بهینه UTCRCP برای ساخت قطعات آزمایشی دیگری استفاده شد و این قطعات نیز تحت آزمایش‌های بیشتر HVS قرار گرفت. خروجی این فرایند به این نوع روسازی اجازه داد تا در برنامه طراحی مکانیستیک برای روسازی‌های بتنی در آفریقای جنوبی در نظر گرفته شود. مشخصات فنی تهیه شد و در بهسازی راههایی با ترافیک سنگین در نزدیکی ژوهانسبورگ، پرتوریا و کیپ‌تاون مورد استفاده قرار گرفت.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

در حال حاضر این روسازی در تعدادی پروژه راه با حجم ترافیک بالا در آفریقای جنوبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اجرای روسازی با روش‌هایی صورت می‌گیرد که در منابع انسانی صرفه‌جویی شده و فقط از تجهیزات ابتدایی روسازی بهره می‌گیرد. عملکرد این روسازی‌ها در آینده پایش خواهد شد.

تجربیات:

- انجام پژوهش و آزمایش‌های کافی قبل از بکارگیری فناوری مهم است؛
- در این پژوهش‌ها پیمانکار نیز باید شرکت کند چرا که او باید روسازی را با این مصالح بسازد؛
- وجود یک مدافع برای به ثمر نشاندن نوآوری حیاتی است.

اطلاعات تماس:

Bryan Perrie, bryan@cnci.org.za

❖ مدیریت سروصدای راه در کبک

چیست:

ادارات راه در سراسر دنیا با افزایش سروصدای حاصل از ترافیک خودروها مواجه هستند. آلودگی صوتی انواع مختلفی دارد: صدای تایر، صدای موتور خودرو، سرعت و غیره و تأثیرات منفی بر کسانی که در حاشیه راه زندگی می‌کنند. این سروصدا حتی می‌تواند باعث بیماری روحی و نیز اختلالات قلبی شود، لذا در بر دارنده هزینه‌های

اجتماعی است. ادارات راه باید این مشکل را که توسعه اقتصادی را در برابر کیفیت زندگی مردم قرار می‌دهد، حل کنند.

چرا:

میزان آلودگی صوتی به پارامترهای مختلفی از جمله چگالی ترافیک، سرعت خودرو، وجود خودروهای سنگین و کیفیت و ساخت بزرگراه بستگی دارد. عوامل دیگر، دریافت سروصدا توسط افرادی که در نزدیکی راه زندگی می‌کنند را تحت تأثیر قرار می‌دهد مانند: شرایط فضایی، نزدیکی خانه‌ها به راه، توپوگرافی یا نوع محیطی که راه از آن عبور می‌کند (محدوده جنگلی، شهرک صنعتی و ...). پخش صوت در اطراف یک پارکینگ مسطح در مقایسه با محیطی با ساختمان‌های بلند یا پوشش جنگلی فشرده متفاوت است. سطح آلودگی صوتی نیز در زمان‌های مختلف روز بسته به میزان حجم ترافیک متغیر است.

چگونه:

برای کاهش مشکلات ناشی از آلودگی صوتی دو رویکرد مجزا وجود دارد. مسئولان دولتی می‌توانند رویکردی با نام "برنامه‌ریزی یکپارچه" را اتخاذ نمایند. این رویکرد عبارت است از جلوگیری از آلودگی صوتی و مشکلات آن با یکپارچه‌سازی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل و کاربری زمین‌ها که نیازمند عمل هم‌سو و هماهنگ در تمامی سطوح دولتی است تا معیارهای انتخاب شده نیازهای جامعه را برآورده نماید.

رویکرد دوم، رویکردی اصلاحی برای اصلاح مشکلات اصلی است که به وسیله روش‌های کاهش سروصدا (مثل روسازی ضد صدا، صفحه‌های صداگیر، پشته‌های خاکی کنار جاده، پیکربندی دوباره، مدیریت ترافیک و ...) اتخاذ می‌گردد. این رویکرد به خوبی با مشکلات آلودگی صوتی حاصل از شبکه راه وفق پیدا کرده است. در جایی که زمین‌های اطراف راه در حال توسعه می‌باشند، در صورتی که هم مردم و هم اداره راه مایل باشند، استفاده از رویکرد اصلاحی برای کنترل صدا در نواحی حساس به صدا کاربردی خواهد بود.

ادارات راه و حمل‌ونقل، به منظور نظارت بر سروصدای راه، باید از شاخص‌هایی استفاده کنند که نیازهای جامعه را برآورده نماید. برخی ادارات راه از رویکرد مدیریتی و برخی دیگر از رویکرد اصلاحی استفاده می‌کنند. در ایالات متحده دو قانون مدیریت سروصدای راه را پوشش می‌دهد. برنامه ملی محیط زیست^۱ (NEPA) به مسئولان این اختیار را می‌دهد که تأثیرات منفی بر محیط زیست را که شامل سروصدای راه نیز می‌باشد، ارزیابی نموده و نسبت به کاهش آن اقدام نمایند. دستورالعمل 23CFR772، "دستورالعمل کاهش سروصدای ترافیک راه و ساخت‌وساز"، روندی را برای تحلیل و کاهش سروصدا به منظور حفاظت از سلامت جامعه تعریف می‌کند. این دستورالعمل همچنین ضوابطی را تعیین کرده است که ادارات راه در هنگام برنامه‌ریزی و توسعه راه‌ها باید به آنها عمل کنند.

1. National Environmental Policy Act

در کانادا (به استثنای کبک)، برخی استان‌ها برای سروصدای ترافیک راه مقررات گذاشته‌اند. بسیاری از استانداردها خود را به روندهای اصلاحی برای راه‌ها محدود کرده‌اند و در هر جایی که برنامه‌ریزان فکر می‌کنند که اقدامات اصلاحی مورد نیاز است از روسازی‌های ضد سروصدا و صفحات صداگیر استفاده شده است. برخی شهرها (مانند ادمونتون و آلبرتا) نیز سیاست‌هایی جهت کاهش سروصدای ترافیک راه ایجاد کرده‌اند.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

در کبک، مقرراتی وجود دارد که شامل فعالیت‌های قابل انجام و لازم در زمینه مدیریت کاهش سروصدای راه می‌باشد. در ۱۹۹۰، دولت کبک، نظامنامه‌ای با عنوان سروصدای راه^۱ منتشر کرد. در این نظامنامه، دولت متعهد شد برای کاهش سطح آلودگی صوتی ناشی از ترافیک راه‌ها با مسئولان شهرها همکاری کند. این نظامنامه از هر دو رویکرد اصلاحی و برنامه‌ریزی یکپارچه که در بالا توضیح داده شد، استفاده می‌کند. همچنین در این سند ذکر شده است وسایل کاهنده صدا (وسایل اصلاحی) در مناطق حساس به سروصدا در طول شبکه بزرگراهی و تحت نظارت وزارت حمل‌ونقل به کار گرفته شود.

در برنامه‌ریزی یکپارچه، نظامنامه وظایف ارگان‌های شهری را مشخص نموده و برای کاهش تأثیر آلودگی صوتی نقشه کاربری زمین‌ها را ارزیابی می‌کند.

در اروپا، اتحادیه اروپا (E.U.) به شدت روی آلودگی صوتی حاصل از راه تمرکز دارد. در سال ۲۰۰۲، این اتحادیه راهنمایی را با هدف کاهش و مدیریت سروصدای محیط زیست به کار گرفت^۲ (DRMEN). این راهنما بر اساس دو رویکرد ذکر شده عمل می‌کند.

بررسی پیشینه این روش‌ها نشان از روند مشابه مشاهده شده در کشورهای آسیایی نیز دارد.

بر اساس اعلام سازمان بهداشت جهانی، باید برای کاهش تولید سروصدا در مبدأ، هر جا که ممکن باشد، گام‌هایی برداشته شود. علاوه بر این، برای کاهش تأثیرات آلودگی صوتی بر جامعه چارچوبی قانونی و استاندارد ملی مورد نیاز است. سازمان بهداشت جهانی برای بهبود مدیریت آلودگی صوتی گام‌های زیر را پیشنهاد داده است:

- نظارت بر قرار گرفتن مردم در معرض آلودگی صوتی؛
- کاهش میزان سروصدای منتشرشده نه فقط با کاهش تعداد منابع تولیدکننده آن؛
- در نظر داشتن آلودگی صوتی در برنامه‌ریزی شبکه حمل‌ونقل و کاربری زمین‌ها؛
- معرفی سیستم‌هایی برای نظارت بر تأثیرات زیانبار سروصدا؛
- ارزیابی اثربخشی سیاست‌های کاهش سروصدا و تأثیرات زیانبار آن و ارتقای فضاهای آکوستیک؛

1. Politique sur le bruit routier

2. Directive Relating to the Assessment and Management of Environmental Noise

- به کار بستن راهنمایی‌های سازمان بهداشت جهانی توسط انجمن‌های مستقل برای ایجاد اهداف میانی به منظور بهبود سلامتی انسان؛

- بکارگیری ابزار پیشگیرانه برای کمک به توسعه پایدار فضاهاى آکوستیک.

به طور خلاصه، سروصدا تأثیرات زیانباری بر سلامت انسان دارد و دولتمردان باید ضمن اهمیت دادن به آن، سیاست‌های مناسب، قوانین و استانداردهایی با اهداف کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت را که کاهش سطح آلودگی صوتی و تأثیر منفی آن بر مردم جامعه را به همراه دارد، اتخاذ نمایند.

❖ سطوح با عمر طولانی برای راههای پرتراфик

چیست:

سطوح با عمر طولانی، مصالح سطح راه با عمر بیش از ۳۰ سال هستند. این نوع روسازی‌ها فواید اقتصادی قابل ملاحظه‌ای دارند. دو خانواده از مصالح که قابلیت ارایه این عملکرد را دارند، برای انجام پژوهش (سال ۲۰۰۱) توسط OECD انتخاب شدند: (الف) مصالح سیمانی با عملکرد بالا (ب) آسفالت اپوکسی.

مصالح آسفالت اپوکسی (EA) بر اساس آسفالت ماستیک درشت‌دانه تولید می‌شود با این تفاوت که چسب قیری جای خود را به چسب آسفالت اپوکسی می‌دهد. مصالح به دست آمده، کارایی یکسانی در مقایسه با مصالح رایج از خود نشان می‌دهند. علاوه بر این چسبندگی خوبی به لایه آسفالتی زیرین داشته و دارای خصوصیات مکانیکی بهتری در تست‌های شاخص و بارگذاری سریع می‌باشند. مصالح سیمانی با عملکرد بالا^۱ (HPCM) متشکل از یک لایه ۸ میلی‌متری ملات ریزدانه مسلح شده با الیاف و عملکرد فوق‌العاده بالا به همراه سنگدانه سخت و مقاوم در برابر صیقلی شدن می‌باشد. همانند آسفالت اپوکسی، HPCM نیز در مقایسه با آسفالت مرسوم خصوصیات مکانیکی بهتری دارد.

چرا:

شبکه راههای یک کشور، بزرگ‌ترین دارایی‌های کشور بوده و تقریباً در تمامی کشورها به عنوان اموال دولتی محسوب می‌شود. مسئولان راه رویکردهای چرخه عمر و مدیریت دارایی‌ها را هر روز بیشتر از دیروز مورد استفاده قرار می‌دهند، زیرا عمر بهره‌برداری طولانی برای روسازی یک راه با حجم ترافیک بالا از مدت‌ها پیش هدفی کلیدی برای متخصصان راه بوده است. لایه رویه (توپکا) همیشه پاشنه آشیلی برای عمر بلندمدت روسازی راه بوده است. بررسی نتایج حاصل از کشورهای عضو کمیته نشان داد روسازی مورد استفاده در راههای با ترافیک بالا بسته به شرایط محلی عموماً هر ده سال یکبار روکش می‌شود (OECD, 2005). روند رو به رشد حجم ترافیک،

1. High Performance Cementitious Material

منجر به افزایش نسبت راههای پرتردد شده است که عمر بهره‌برداری بلندمدتی برای آنها مد نظر است. بنابراین اولویت با استفاده از روسازی‌های با دوام بیشتر و هزینه ساخت بالاتر می‌باشد.

چگونه:

از سال ۲۰۰۱ یک پروژه پژوهشی مشترک بین^۱ OECD/ECMT/ITF در حال انجام است که بر روی لایه رویه روسازی راه و در سه فاز مجزا تمرکز دارد:

فاز I: ارزیابی اقتصادی که بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ انجام شد مشخص نمود توسعه مصالحی برای روسازی راه با عمر بهره‌برداری بالاتر از ۳۰ سال (روسازی با عمر طولانی) احتمالاً سود اقتصادی خواهد داشت. این امر نیازمند مخارج اولیه بیشتری است اما از هزینه‌های زیاد ترمیم و نگهداری در طول عمر روسازی جلوگیری به عمل می‌آورد. بنابراین در مجموع باعث صرفه‌جویی اقتصادی شده و از نظر زیست‌محیطی نیز در راستای محیط زیست پایدار می‌باشد.

فاز II: این فاز در فاصله سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷ انجام شد که متشکل بود از انجام تست‌های آزمایشگاهی و بارگذاری سریع بر روی مصالحی که به منظور برآورده ساختن نیازهای فاز I شناسایی شده بودند (HPCM و EA). فاز III: شامل برنامه‌ریزی، اجرا و نظارت بر قطعات آزمایشی با ابعاد کامل با استفاده از فرمول‌های تعیین‌شده برای طرح‌های اختلاط بهینه است تا اطمینان حاصل شود در بازه زمانی آزمایش، عملکرد مورد انتظار تحت شرایط ترافیک واقعی و محیط زیست بر مبنای تست‌های آزمایشگاهی خواهد بود. این برنامه از سال ۲۰۰۸ آغاز شده و تا سال ۲۰۱۲ تکمیل گردید.

طرح، پیشرفت و موفقیت:

علاوه بر تلاش برای توجیه اقتصادی، هدف نهایی حمایت از توسعه و معرفی نهایی سطوح با عمر طولانی برای راههای شلوغ با عمری دو برابر عمر روسازی‌های معمولی می‌باشد. فازهای I و II متشکل از کار تخصصی گروهی نمایندگان از ۱۸ کشور است که شامل آزمایش‌های انجام شده در ۸ آزمایشگاه ملی می‌باشد و می‌توان آنها را به عنوان موفقیت در نشان دادن امکان‌پذیری و اقتصادی بودن این موضوع در ابعاد آزمایشگاهی و واقعی در نظر گرفت. هنوز برای نظر دادن در خصوص نتیجه فاز III زود است، اما آزمایش‌های میدانی بر روی EA و HPCM در نیوزیلند و فرانسه انجام شده و در دیگر کشورهای عضو نیز انجام این آزمایش‌ها برنامه‌ریزی شده است.

تجربیات:

طبیعت گروهی بودن این پروژه برای حمایت از توسعه و معرفی روسازی‌های با عمر طولانی برای راههای پررفت‌وآمد به پیشرفت‌های فناوری در این زمینه کمک نمود و هزینه و زمان لازم برای توسعه آن را کاهش داد. فاز سوم زمانی فرا رسید که بحران اقتصادی در جهان شکل گرفته بود و بکارگیری این نوع روسازی برای

1. Organization for Economic Co-operation and Development/European Conference of Ministers of Transport/International Transport Forum

کشورهای عضو کمیته توجیه شفافی داشت. درس کلیدی که از آغاز تا اجرا می‌توان گرفت این است که علاوه بر مشکلات فنی موجود که نیاز به حل آنها می‌باشد، موارد سیاسی و قراردادی برای اجرای این روسازی در شبکه راهی با ترافیک بسیار سنگین، نیز باید حل شوند. با توجه بیشتر به نیازهای کاربر راه (مثلاً برقراری جریان ترافیک به هر قیمتی)، این تلاش‌ها برای دستیابی به موفقیت، نیازمند تعهد همه‌جانبه از سوی همه دست‌اندرکاران می‌باشد.

اطلاعات تماس:

Richard Elliott, Richard.elliott@scottwilson.com

پیوست ب - پرسشنامه استفاده از آسفالت نیمه گرم، آسفالت بازیافتی و فرآورده های جانبی

کارگروه نوآوری کمیته روسازی مجمع جهانی راه پرسشنامه ای در خصوص استفاده از WMA، آسفالت بازیافتی و فرآورده های جانبی برای اعضا ارسال نمود.

پیشینه: کمیته "روسازی های راه" مجمع جهانی راه - پیارک، زیرگروهی برای نوآوری در طراحی و ساخت راه ایجاد کرده است. این گروه در حال توسعه یک گزارش فنی است که یکپارچه سازی نوآوری را در طراحی روسازی و ساخت آن روشن کرده و مطالعات موردی پیرامون نوآوری ها را به طور خلاصه ارائه نموده است. همچنین نوآوری هایی که در حال حاضر در حال اجرا هستند را به همراه الزامات نوآوری (موضوع یک پرسشنامه مکمل) را با جزییات توضیح می دهد (تمرکز این پرسشنامه بر روش WMA و آسفالت بازیافتی می باشد).

هدف: این پرسشنامه برای ایجاد یک دید کلی از آسفالت نیمه گرم، آسفالت بازیافتی و فرآورده های جانبی و همچنین توضیح و معرفی روندهای فنی که برای توسعه عملکرد مناسب این روش ها دنبال می شوند، تهیه شده است.

از هر کشور یک پاسخنامه خواسته شد.

برای تنظیم زمانبندی گزارش، این پرسشنامه باید قبل از اکتبر ۲۰۰۹ تکمیل می شد. تحلیلی بر پاسخ ها در گزارش کمیته روسازی برای ارائه در کنگره جهانی پیارک تهیه شد.

اگر قادر به پاسخگویی به همه سؤالات نیستید، خواهشمند است در سازمان خود برای ارائه پاسخ ها یا اطلاعاتی که گویای وضعیت منطقه شما باشد، با دیگران مشورت کنید. با تشکر فراوان از شرکت شما در این نظرسنجی.

نام:

کشور:

ایمیل:

❖ آسفالت نیمه گرم (WMA)

عموماً WMA به روندها و افزودنی‌هایی اطلاق می‌شود که اجازه می‌دهد آسفالت در دمایی پایین‌تر نسبت به روش‌های مرسوم تولید و اجرا گردد.

استفاده از WMA

۱. در کشور ما از WMA استفاده می‌شود: بلی/خیر
۲. اگر خیر، علت چیست:
 - تقاضا برای آن وجود ندارد.
 - آمادگی تولید آن وجود ندارد.
 - بیش از حد گران است.
 - دلایل دیگر.
- اگر WMA مورد استفاده قرار می‌گیرد:
۳. لطفاً توضیح مختصری از انواع فرایندهای WMA مورد استفاده ارائه نمایید.
۴. زمینه کاربرد (انواع راهها، ترافیک، لایه‌ها، آب‌وهوا و ...)
۵. مقادیر سالانه WMA مورد استفاده (در صورت در دسترس بودن) یا فراوانی در زمینه‌های مختلف استفاده
۶. آزمایشی است یا به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
۷. چه آینده‌ای برای WMA متصور هستید؟ آیا امکان استفاده گسترده از آن در کشور در آینده وجود دارد؟
۸. آیا مستنداتی در خصوص فواید استفاده یا تجربیات به کارگیری WMA دارید؟
 - صرفه‌جویی در هزینه‌ها،
 - محیط زیست،
 - کاهش مصرف انرژی،
 - موارد دیگر؟
- در صورت وجود، لطفاً مستندات ضمیمه گردد یا آدرس تارنهاها برای اطلاعات بیشتر ارائه گردد.
۹. اهداف مورد نظر کشور شما برای استفاده از WMA چیست؟
۱۰. آیا ادارات راه علاقه‌ای به استفاده از WMA دارند؟ بلی/خیر
۱۱. چرا علاقه دارند (ندارند)؟
۱۲. موانع پیش روی استفاده وسیع از WMA چیست؟
۱۳. سایر موارد قابل ذکر.

داده‌های فنی

۱. دماهای رایج برای WMA چیست؟

- تولید WMA؟

- پخش WMA؟

۲. چگونه برای تولید و پخش WMA دما پایین آورده می‌شود؟

- افزودنی‌ها، چه نوع؟

- چسباننده (کف قیر)؟

- انواع سنگدانه‌ها؟

- ماسه مرطوب؟

۳. آیا اصلاحاتی بر روی کارخانه آسفالت یا روند تولید انجام می‌گیرد؟ اگر بلی، چگونه؟

۴. رفتار

آیا اطلاعاتی مبنی بر عملکرد WMA در کشور شما وجود دارد؟ اگر بلی، لطفاً مستندات را توضیح داده یا پیوست نمایید.

آیا می‌توانید فرایندهای (تولید و ...) WMA را با روش‌های مرسوم مقایسه نمایید؟

- رفتار سازه‌ای؟

- رفتار سطحی؟

۵. در صورتی که هرگونه محدودیتی برای استفاده از فناوری WMA وجود دارد ذکر نمایید (ترافیک، ضخامت، آب‌وهوا و ...).

❖ روسازی آسفالت بازیافتی

استفاده از RAP

۱. در کشور ما از RAP استفاده می‌شود: بلی/خیر
۲. اگر خیر، علت چیست:
 - تقاضا برای آن وجود ندارد.
 - آمادگی تولید آن وجود ندارد.
 - بیش از حد گران است
 - دلایل دیگر:.....
- اگر RAP مورد استفاده قرار می‌گیرد:
۳. لطفاً توضیح مختصری از انواع RAP و موارد استفاده ارائه نمایید (برای مثال درصد مورد استفاده در لایه رویه، اساس و اختلاط با مصالح دیگر).
۴. زمینه کاربرد (انواع راهها، ترافیک، لایه‌ها، آب‌وهوا و ...).
۵. مقادیر سالانه RAP مورد استفاده (در صورت در دسترس بودن) یا فراوانی در زمینه‌های مختلف استفاده.
۶. آزمایشی است یا به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
۷. چه آینده‌ای برای RAP متصور هستید؟ آیا در آینده امکان استفاده گسترده از آن در کشور وجود دارد؟
۸. آیا مستنداتی درخصوص فواید استفاده یا تجربیات بکارگیری RAP دارید؟
 - صرفه‌جویی در هزینه‌ها،
 - محیط زیست،
 - کاهش مصرف انرژی،
 - موارد دیگر؟
۹. اهداف مورد نظر در استفاده از RAP در کشور شما چیست؟
۱۰. آیا ادارات راه علاقه‌ای به استفاده از RAP دارند؟ بلی/خیر
۱۱. چرا علاقه دارند (ندارند)؟
۱۲. موانع پیش روی استفاده گسترده از RAP چیست؟
۱۳. موارد قابل ذکر دیگر.

داده‌های فنی

۱. لطفاً روش‌های اصلی مورد استفاده برای مدیریت RAP را ذکر کنید؟

- ترکیب با یکدیگر؟
- لایه به لایه آسیاب شده و مصالح در دپوهای مجزا جمع‌آوری می‌شوند؟
- موارد دیگر؟

۲. آیا استاندارد یا توصیه‌نامه‌ای برای اندازه‌گیری خصوصیات فنی مختلف RAP وجود دارد؟ اگر بلی، منابع را توضیح داده یا ارایه نمایید.

۳. اگر خیر، چه آزمایش‌ها یا اندازه‌گیری‌هایی در حال حاضر انجام می‌شود؟

- درصد قیر موجود؟
- موارد دیگر؟
- ۴. آیا در کشور شما ضوابط فنی برای استفاده از RAP توسط ادارات راه، مالکان راه یا ... ارایه می‌شود؟
- درصد RAP بسته به لایه و ترافیک،
- آیا از رده‌بندی‌های مختلف قیر برای درصدهای مختلف RAP استفاده می‌شود؟
- موارد دیگر.

۵. رفتار

- آیا بررسی خاصی بر روی رفتار عملکردی RAP در کشور شما وجود دارد؟
- آیا می‌توانید روندهای عملکرد RAP را با روش‌های مرسوم مقایسه نمایید؟

- رفتار سازه‌ای؟
- رفتار سطحی؟

در صورتی که هرگونه محدودیتی برای استفاده از فناوری RAP وجود دارد ذکر نمایید (ترافیک، ضخامت، آب‌وهوا و ...).

❖ فرآورده‌های جانبی

استفاده از فرآورده‌های جانبی

۱. در کشور از فرآورده‌های جانبی در مصالح ساخت راه استفاده می‌شود: بلی/خیر
۲. اگر خیر، علت چیست:

- تقاضا برای آن وجود ندارد.
- آمادگی تولید آن وجود ندارد.
- بیش از حد گران است.
- دلایل دیگر:.....

اگر بلی:

۳. لطفاً در مورد انواع فرآورده‌های جانبی مورد استفاده به اختصار توضیح دهید و در چه مصالحی از سازه روسازی از آنها استفاده می‌شود.

۴. علل اصلی استفاده از این مواد؟

- ارتقای عملکرد؟
- کاهش استفاده از مصالح تجدیدناپذیر؟
- استفاده از مواد زاید؟
- صرفه‌جویی در هزینه‌ها، محیط زیست، کاهش مصرف انرژی؟
- ۵. زمینه کاربرد (انواع راهها، ترافیک، لایه‌ها، آب‌وهوا و ...)
- ۶. قوانین:

- آیا استفاده از آنها اجباری می‌باشد؟
- آیا پیمانکارها مجاز به استفاده از این مواد می‌باشند؟
- آیا استاندارد یا توصیه‌نامه‌هایی در این مورد وجود دارد؟ آیا مراجع وجود دارد؟ در صورت وجود لطفاً آرایه دهید.
- ۷. پتانسیل استفاده از فرآورده‌های جانبی در آینده برای ساخت راه چگونه است؟ آیا توسعه بیشتر امکان‌پذیر است؟



MONITORING OF INNOVATION IN ROAD PAVEMENTS