



VÝVOJ NÁSTROJE PRO POSUZOVÁNÍ RECYKLAČNÍCH TECHNOLOGIÍ ASFALTOVÝCH VOZOVEK S DŮRAZEM NA UHLÍKOVOU STOPU

Václav Snížek – Fakulta stavební ČVUT v Praze (CZ)

Jan Valentin – Fakulta stavební ČVUT v Praze (CZ)

Jan Hradil – Fakulta stavební ČVUT v Praze (CZ)

Michael Engels – Wirtgen GmbH (D)

This presentation has been supported by the research project COREPASOL carried out as part of the CEDR Transnational Road research Programme Call 2012. The funding for the research was provided by the national road administrations of Belgium (Flanders), Denmark, Finland, Germany, Ireland, Netherlands, Norway, Sweden and UK.

Co je evropský projekt CoRePaSol

Název projektu: Characterization of advanced cold recycling bitumen stabilized pavement solutions (CoRePaSol)

Koordinátor projektu: Fakulta stavební, ČVUT v Praze

Trvání projektu: 01/01/2013 – 30/09/2015

Rozpočet projektu: ~ 373.000 €

Zadavatel projektu: Conference of European Directors of Roads (administrace: National Roads Authority Ireland)



Současný stav v oblasti nástrojů stanovení uhlíkové stopy a LCA

Původní záměr

- ➔ identifikovat některý z vhodných nástrojů, jež dnes v Evropě existují, a provést rozšíření, začlenění či doplnění z pohledu technologií recyklace za studena;
- ➔ analýza procesu recyklace vozovky za studena se zaměřením na výpočet množství emisí CO₂, NO_x, HC, CO a tuhých poletavých látek;
- ➔ jako vhodný kandidát původně projekt CEREAL a nástroj RoadMap;
- ➔ později snaha využít britský asPECT;
- ➔ Podmínkou bylo zapracování podrobných dat o stavebních strojích (porovnání různých tříd EPA/TIER.



Aktuální stav v oblasti nástrojů stanovení uhlíkové stopy a LCA

Současné softwarové aplikace

- ➔ rozsáhlejší rešerše, jejímž cílem bylo shrnout výhody a nevýhody některých existujících výpočtových nástrojů pro posuzování uhlíkové stopy, jež se dnes v oblasti silniční infrastruktury v rámci Evropy využívají;
- ➔ rešerše doplněna o výsledky a zkušenostmi odborníků z reálné praxe;
- ➔ celkově bylo popsáno 17 výpočtových nástrojů (tj. softwarů) a devět z nich bylo podrobeno podrobnějším rozborům.

(RoadMap CEREAL; asPECT; Afwegingsmodel wegen; AggRegain CO2e; ROAD-RES; DuboCalc; JouleSave; GreenDOT; PaLATE; WLCO2T; SEVE; CHANGER; Ecologicciel (Colas); CO2NSTRUCT; LCI Model; HDM-4; VETO).

Aktuální stav v oblasti nástrojů stanovení uhlíkové stopy a LCA

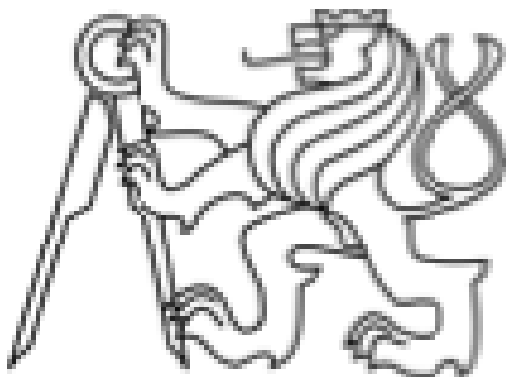
Co jsme se dozvěděli ze stávajících aplikací?

- ➔ jsou většinou uzavřená (tj. neprůhledné z hlediska výpočtového principu a možnosti vkládání dalších dat);
- ➔ vyžadují velké množství dat a jsou poměrně komplexní;
- ➔ většinou se zaměřují na novostavby a nezohledňují v celé šíři údržbu, rekonstrukce a obnovu vozovek;
- ➔ evropské modely mají obecně problém s prezentací stručných jednoznačných výsledků, US modely jsou v tomto ohledu vstřícnější;
- ➔ evropské modely obsahují značné množství užitečných dat, které však v současnosti neumíme účinně využít;
- ➔ jednotlivé aplikace jsou specifické z hlediska jejich původu. Např. nástroj DuboCalc obsahuje detailní informace o situaci v Dánsku, nástroj asPECT a ROAD RES obsahují detailní informace o situaci v UK a skandinávských zemích atd.

OptiRec – alternativní softwarová aplikace

- ➔ výpočet tradiční uhlíkové stopy, emisí skleníkových plynů a kvantifikace vlivu na celkové náklady životního cyklu
- ➔ nástroj využívá stochastické metody pro výpočty celkového CO₂ a emisí zčešťujících ovzduší
- ➔ volba vhodné technologie recyklace
- ➔ široká databáze strojů:
 - vlastní databáze
 - recykléry, kompaktory, válce, gradery, cisterny, ostatní stavební technika
- ➔ uživatelská příručka
- ➔ katalog strojů & katalog materiálů
- ➔ praktický příklad
- ➔ zatím založeno na aplikaci v MS Excel

OptiRec – z jaké podpory vznikal?



**Studentský grantový
projekt ČVUT**



**Bilaterální program Aktion
česko-rakouské spolupráce**

OptiRec/OptiRoad – co postupně pokrývají

Současný

- ➔ recyklace za studena (cem. suspenze)
- ➔ rozrušení bez pojiva
- ➔ CR - asfaltová emulze
- ➔ CR - zpěněný asfalt
- ➔ CR - kombinace asfaltových a hydraulických pojiv
- ➔ Frézování a nová vrstva
- ➔ pokládka asfaltových vrstev formou zesilování

Budoucí

- ➔ recyklace za horka
- ➔ zlepšování zemin a stabilizované úpravy
- ➔ adaptace do cizích jazyků
- ➔ časové plánování

OptiRec – základní specifikace



OptiRec



BASIC SPECIFICATION OF THE ROAD:

Road location:

Country:

Road classification:

Pavement structure type:

Length [m]:

Width avg. [m]:

Thickness of reconst. layers) [mm]:

Thickness of new wearing course [mm]:

Distance to mixing plant/center [km]:

Carriers emission category:

DETAIL SPECIFICATION OF MACHINE SET:

Operator gross salary [€/hr]

Worker gross salary [€/hr]

Diesel fuel price [€/l]

Key machine occupancy (recycler) [%]

Staff occupancy [%]

Annual use of key machine [hrs]:

OptiRec – technická zpřesnění a materiálové vstupy

REHABILITATION CHARACTER

Way of Rehabilitation	Cold Recycling - foamed bitumen
Stabilisers (pre spreaded or mixed-in)	Cement (pre-spreaded)
Overall Character of Machines in use*	Eco-friendly

ADMIXTURES

Foamed bitumen:

price [€/t]	410	Volume added [%]	2,50
-------------	-----	------------------	------

Bitumen emulsion:

price [€/t]	393	Volume added [%]	2,50
-------------	-----	------------------	------

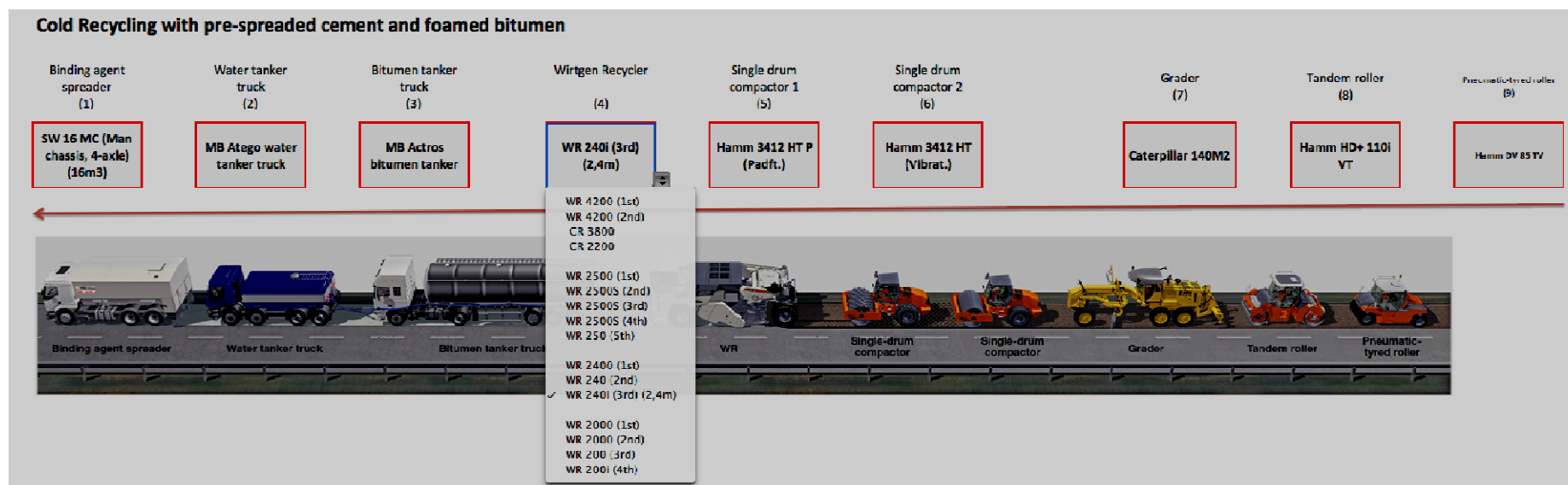
Water:

price [€/m3]	1	Volume added [%]	1,00
--------------	---	------------------	------

Cement 32,5 R:

price [€/t]	72	Volume added [%]	0,50
-------------	----	------------------	------

OptiRec – volba sestavy strojů



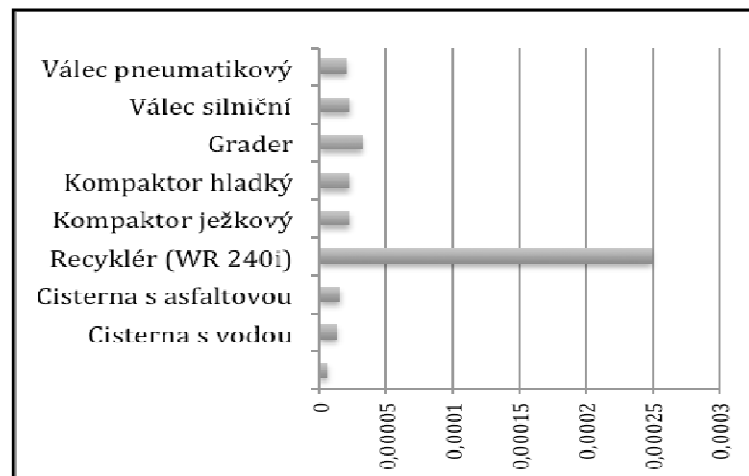
- ➔ CR (recyklace za studena) – zpěněný asfalt, cement
- ➔ CR (recyklace za studena) – zpěněný asfalt, cementová suspenze
- ➔ CR (recyklace za studena) – asfaltová emulze, cement
- ➔ CR (recyklace za studena) – asfaltová emulze, cementová suspenze

- ➔ CR (recyklace za studena) – zpěněný asfalt
- ➔ CR (recyklace za studena) – asfaltová emulze
- ➔ R (recyklace) – cement
- ➔ R (recyklace) – cementová suspenze
- ➔ Rozpojení a promísení (např. re-shaping)

OptiRec – volba sestavy strojů

Průměrná spotřeba strojů na ukázkovém projektu

Stavební stroj	Palivo	Spotřeba (l/m ²)	CO ₂ (t/m ²)*
Zařízení na rozprostření cementu	nafta	0,0022	6,502E-06
Cisterna s vodou	nafta	0,0046	1,356E-05
Cisterna s asfaltovým pojivem	nafta	0,0052	1,520E-05
Recykler (WR 240i)	nafta	0,0788	2,302E-04
Válec ježkový	nafta	0,0077	2,276E-05
Válec hladký	nafta	0,0077	2,276E-05
Grader	nafta	0,0109	3,204E-05
Silniční válec	nafta	0,0077	2,276E-05
Válec s pogumovanými běhouny	nafta	0,0070	2,071E-05



➔ průměrná produkce CO₂ stavebních strojů

OptiRec – příklad výsledku

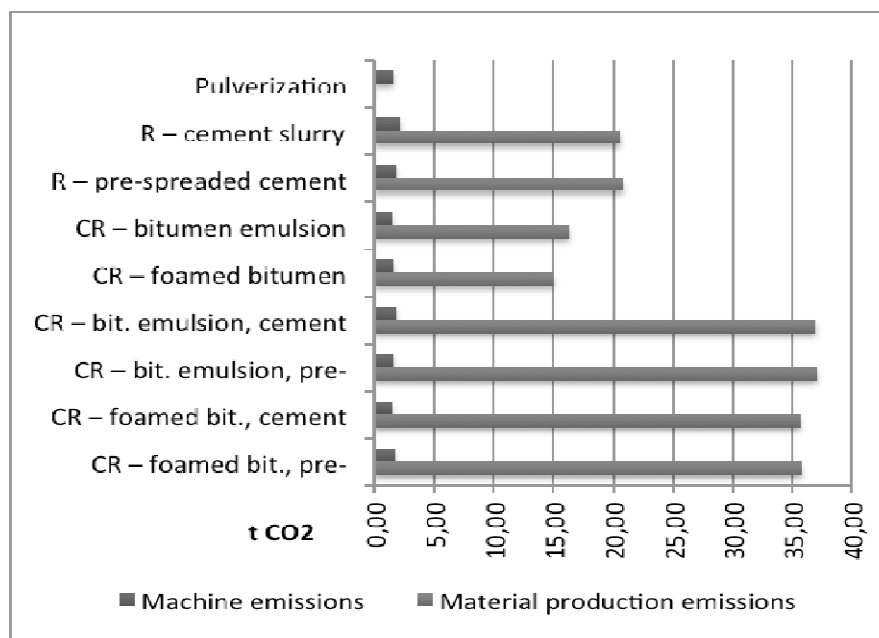
No.	Way of rehabilitation	Key machine	Price	Duration [h]	Energy [xx.]				
						1	2	3	4
						CO2 [t]	HC+NOx (g/KWh)	CO (g/KWh)	PM (g/KWh)
1	Cold Recycling with pre-spreaded cement and foamed bitumen	Wirtgen WR 240 (3rd)	24 199,45 €	7,62		19,7	3,92	6,24	0,04

Machine	Total fuel and liquids cost [EUR]	Total machine cost (in) [EUR]	Total staff cost [EUR]	Total machine + Staff cost [EUR]	2/3 Engine power [kW]	Idling Engine power [kW]	CO2 [t CO2]	Nox + HC [t] (cumulated)	CO [t]	Particles [t]
Wirtgen WR 240i (3rd) (2,4m)	603,95	482,64	167,62	1254,20	447,00	135,00	1,1953	3,923	6,2413	0,0446
StreuMaster SW 16 MC (MB Arocs 4136K 8x4 chassis, 4-axle) (16m)	17,16	17,57	19,16	53,89	275,00	50,00	0,034	0,581	0,3577	0,0048

Typ recykleru	Spotřeba paliva		Produkce CO ₂	
	průměrná (l/h)*	celková – projekt (l)	průměrná (t/h)*	celková – projekt (t)
Recykler (WR 200, 3rd)	50	517,36	0,151	1,511
Recykler (WR 200i, 4th)	47	486,32	0,142	1,420
Recykler (WR 2400, 1st)	67	396,15	0,202	1,157
Recykler (WR 2500S, 2nd)	70	362,15	0,213	1,058

➔ vliv generace použitého recykléru

OptiRec – příklad výsledku



- ➔ v případě rekonstrukce vozovky technologií recyklace za studena, je 80-90 % vzniklých emisí CO₂ vyprodukováno již při výrobě později zabudovaných materiálů.
- ➔ Vliv použitých strojů při rekonstrukci vozovky zůstává minoritní (10-20 %). Tato skutečnost nicméně neznamená, že se jedná o nevýznamný vliv.
- ➔ Stavební průmysl se musí snažit primárně eliminovat emise vyprodukované při výrobě a zpracování stavebních materiálů, a to podporou využití již jednou použitých a zabudovaných materiálů.

OptiRec – druhá generace – Visual Basic

OptiRec

Road Machine Rehabilitation Admixtures

BASIC SPECIFICATION OF THE ROAD:

Road location:

Country:

Road classification:

Pavement structure type:

Length [m]:

Width avg. [m]:

Thickness of reconst. layers) [mm]:

Thickness of new wearing course [mm]:

Preview Next

OptiRec

Road Machine Rehabilitation Admixtures

DETAIL SPECIFICATION OF MACHINE SET:

Operator gross salary [€/hr]:

Worker gross salary [€/hr]:

Diesel fuel price [€/l]:

Key machine occupancy (recycler) [%]:

Staff occupancy [%]:

Annual use of key machine [hrs]:

Distance to mixing plant/center [km]:

Carriers emission category:

Preview Next

OptiRec – katalog strojů

1.1. WIRTGEN WR 200i

Obr. 1: Recyklér pro recyklaci za studena Wirtgen WR 200i



Zdroj: Archiv autora

Samohybný recyklér Wirtgen WR 200i slouží pro recyklaci živých vozovkových vrstev za studena. Lze jej využít i pro stabilizaci zemin.

Tento recyklér disponuje výkonnou silniční frézou a mísicím zařízením s možností připojení zásobníku či cisterny s asfaltovou emulzí či pěnoasfaltem. Tyto stroje se pomocí soustavy hadic spojují s recyklérem do sestavy a zajišťují mu kontinuální dodávku pojiva, které je vsťikováno přímo k mísicímu válci. V případě využití technologie recyklace s předem rozprostřeným cementem se k recykléru ještě připojuje zásobník či cisterna s vodou. Za recyklérem zůstává nově homogenizovaná asfaltová vrstva.

Díky kompaktním rozměrům není recyklér třeba přepravovat jako nadměrný náklad a je tedy vhodný i k použití pro krátkodobé práce.

Obsah

Obr. 1: WR 200i v provozu



Zdroj: Archiv autora

Obr. 2: Rozkladní frézový



Zdroj: Archiv autora

Obr. 3: Rozkladní a mísicí jednotka



Zdroj: Archiv autora

Obr. 4: Pracovní stroj



Zdroj: Archiv autora

Obr. 5: Pracovní stroj



Zdroj: Archiv autora

Obr. 6: WR 200i na pozemku



Zdroj: Archiv autora

Základní parametry:

Wirtgen WR 200i

Pracovní šířka:	2000mm	Spotřeba na stavbě:	=
Tloušťka recyklovací vrstvy:	100 - 150 mm	Hmotnost:	23 900 kg
Pracovní výkon:	až 800 m ² /hod	Výkon motoru:	320 kW
Pracovní rychlost (Ø):	10 m/min	Emisní norma:	EURO 4

OptiRec – časový snímek

Čas (minuta)	Zkratka	Popis	Doba (min)
DEN 1	-	Začátek 1. pracovního dne	-
0-34	TP1	Technická přestávka 1	34
35-120	R1	Recyklace – pruh 1 – I část	86
121-137	TP2	Technická přestávka 2	17
138-223	R2	Recyklace – pruh 1 – II část	86
224-241	TP3	Technická přestávka 3	17
242-327	R3	Recyklace – pruh 2 – I část	86
328-344	TP4	Technická přestávka 4	17
345-431	R4	Recyklace – pruh 2 – II část	86
432-465	TP4	Technická přestávka 5	34
-	-	Konec 1. pracovního dne	465 (7,75h)

DETAIL

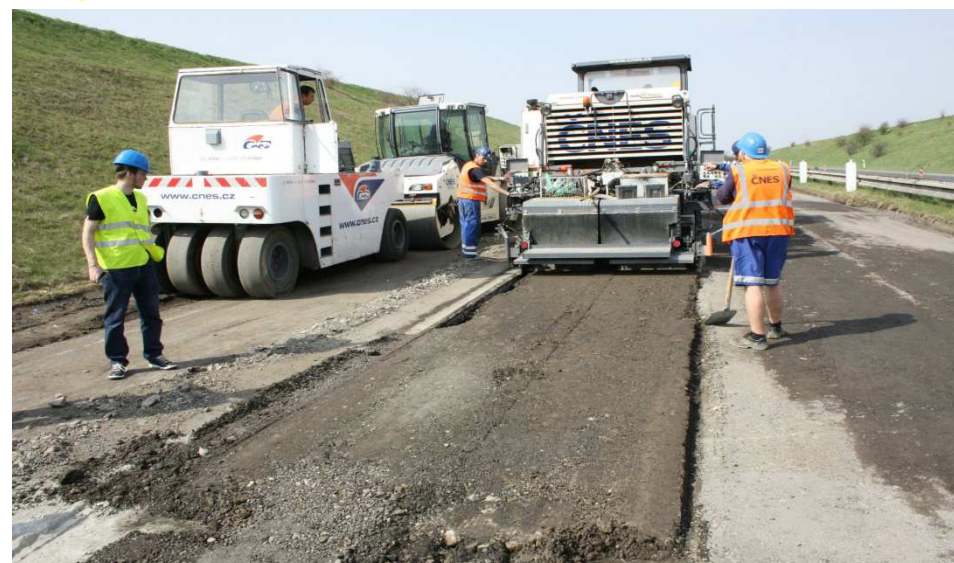
	DEN 1	DEN 1	DEN 2	DEN 2
1200 m	R1 = 86 min Vlastní recyklace	TP3 = 17 min Zběžná kontrola stavu stroje a tekutin, krátký odpočinek personálu R = 86 min Vlastní recyklace		
	TP2 = 17 min Zběžná kontrola stavu stroje a tekutin, krátký odpočinek personálu	TP4 = 17 min Zběžná kontrola stavu stroje a tekutin, krátký odpočinek personálu		
600 m	R1 = 86 min Vlastní recyklace	R4 = 86 min Vlastní recyklace		
	TP1 = 34 min Zahřívání stroje, doplňování paliva, maziva, vody a pojiv do nádrží, kontrola filtrů a technického stavu, vyparkování stroje, zapojení do sestavy	TP5 = 34 min Odpojení ze sestavy strojů, ochlazení, čištění stroje, zběžná kontrola technického stavu, parkování a zajištění stroje		
0 m				
	2,4 m	2,4 m	2,4m	2,4m

OptiRec – zdroje data a konzultanti dalšího rozvoje

- ➔ výpočty podloženy skutečnými daty z telematických systémů uživatelů (spotřeba paliv, daily usage);
- ➔ data z měření emisí strojů na stavbě (v průběhu práce, při volnoběhu);
- ➔ provozovatelé nákladních vozů a návěsů (ceny, spotřeby paliv, technologie, životní cyklus, údržba);
- ➔ výrobci motorů - (data spotřeby paliv);
- ➔ stavební společnosti - stavbyvedoucí a vedoucí projektů - konzultace průběhu prací na stavbě;
- ➔ správci komunikací a veřejní investoři.



Děkuji za pozornost!



Katedra silničních staveb
Fakulta stavební ČVUT v Praze
jan.valentin@fsv.cvut.cz
zuzana.cizkova@fsv.cvut.cz