



COST 347: Improvements in Pavement Research with Accelerated Load Testing

- stutt greinargerð um verkefnið -

Þórir Ingason

Febrúar 2005

1. Inngangur

Fyrri hluta ársins 2000 voru gerðar hraðaðar álagsprófanir (ALT = Accelerated Load Testing) í skala 1:1 á tvær íslenskar veguppbyggingar í Svíþjóð [1]. Í þessum prófunum var safnað ýmsum upplýsingum og gögnum sem unnið hefur verið úr og skrifaðar nokkrar skýrslur og greinar, sjá t.d. [2], [3], [4] og [5].

Seinni part ársins 2000 hófst verkefni innan svokallaðs COST samstarfs í Evrópu sem hafði að markmiði að taka saman upplýsingar: um búnað til hraðaðra álagsprófa sem til eru í Evrópu, um prófanir sem gerðar hafa verið í slíkum tækjum og um samanburð hraðaðra álagsprófa og rauntímaprófa í fullum skala. Auk þess átti að taka saman tillögur um hvernig best er að standa að slíkum prófum og hvernig þau verði best nýtt í framtíðinni og einnig að leggja grunn að samræmingu niðurstaðna frá mismunandi tækjum. COST verkefninu lauk formlega í desember 2004.

Í byrjun árs 2001 sótti Ísland um að fá að taka þátt í þessu verkefni. Markmið með þátttökunni var að meðal annars, að halda við því samstarfi og samhengi við alþjóðlegar rannsóknir á þessu sviði sem hófust með tilrauninum í Svíþjóð og að auka möguleika okkar á að nýta okkur niðurstöðurnar betur með tilliti til þess að eitt af markmiðum verkefnisins var að samræma niðurstöður frá mismunandi tækjum. Fulltrúi Íslands í verkefninu var Þórir Ingason (skýrsluhöfundur), starfsmaður á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins (Rb) til loka september 2003. Rb greiddi kostnað vegna þátttökunnar fram að þeim tíma. Skýrsluhöfundur starfaði svo hjá Vegagerðinni frá október 2003 og greiddi rannsókna og þróunarsjóður Vegagerðarinnar kostnaðinn frá þeim tíma. Hluti kostnaðar vegna ferða á fundi fékkst endurgreiddur frá Evrópusambandinu í samræmi við reglur sem gilda um COST verkefni. Hreinn Haraldsson frá Vegagerðinni var hinn fulltrúi Íslands í verkefninu.

Í þessari skýrslu verða aðeins helstu atriði COST verkefnisins dregin saman, en til frekari upplýsinga er vísað á lokaskýrslu verkefnisins, auk þess sem gert er ráð fyrir að gefa út kynningarbækling með samantekt og að taka saman á geisladisk allt efni sem orðið hefur til á vegferð þess. Upplýsingar um verkefnið má einnig finna á heimasíðu þess sem fyrst um sinn má finna á heimilisfanginu www.pave-test.org.

2. Uppbygging verkefnisins

Eins og venja er í COST verkefnum, voru stofnaðir vinnuhópar til að sinna afmörkuðum verkefnum. Tveir vinnuhópar söfnuðu upplýsingum, annars vegar um búnað til hraðaðra álagsprófa, sem til eru í Evrópu og hins vegar um rannsóknir sem gerðar hafa verið í slíkum tækjum. Einn vinnuhópur bar saman hröðuð álagspróf og próf í rauntíma, svokölluð RLT (Real time Load Testing)-próf, þ.e. athuganir sem eru gerðar á raunverulegum vegaköflum undir raunverulegu álagi í langan tíma. Tveir hópar beindu sjónum að framtíðinni, annars vegar gerði einn hópur tillögu um góðar venjur (Common Code of Good Practice) fyrir hraðað álagspróf og hins vegar hópur sem velti fyrir sér framtíðarnotkun slíkra prófa. Að lokum var svo einn hópur sem bar ábyrgð á dreifingu upplýsinga um verkefnið, meðan á því stóð og jafnframt á skrifum lokaskýrslu og útgáfu á öðrum afurðum þess.

3. Helstu niðurstöður verkefnisins

Í Evrópu eru alls 19 tæki til hraðaðra álagsprófa. Þá eru talin tæki þar sem hægt er að gera próf á vegbút sem byggður er upp í lögum í skala 1:1, en einnig eru talin tæki sem prófa í minni skala. Listi yfir tæki í Evrópu er sýndur í töflu 1 [6].

Tafla 1: Listi yfir tæki til hraðaðra álagsprófa í Evrópu.

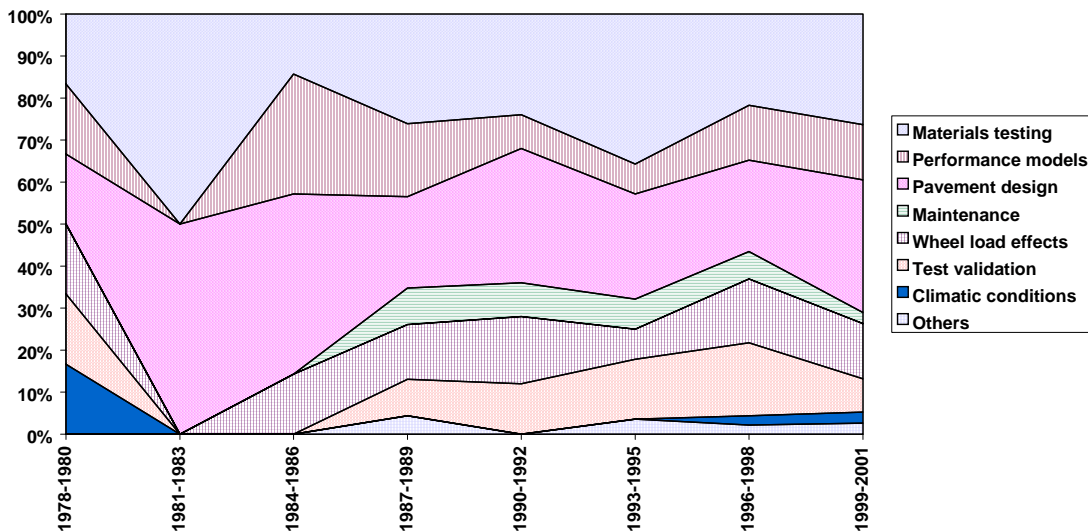
Land/borg	Stofnun	Stutt lýsing á tækinu, samkvæmt heimild [6]	Ár tekið í notkun
Bretland/Crowthorne	TRL	Hjól, einfalt eða tvöfalt, lína*, möguleiki á hliðarfærslum hjóls, breytilegt álag, innandyra.	1984
Bretland/Nottingham	Háskólinn í Nottingham	Hjól (“small-scale”), einfalt, lína, möguleiki á hliðarfærslum hjóls, breytilegt álag, innandyra	1975
Bretland/Nottingham	Háskólinn í Nottingham	Bæði hjól (“small-scale”) og púlsálag, innandyra, (frekari upplýsingar vantar)	
Bretland/Newcastle	Háskólinn í Newcastle	Hjól, lína, innandyra (frekari upplýsingar vantar)	
Bretland/Newcastle	Háskólinn í Newcastle	Hjól, lína, stöðugt álag, innandyra (frekari upplýsingar vantar)	
Bretland/Jordanstown	Ulster-háskóli	Hjól, lína, innandyra (frekari upplýsingar voru ekki í COST verkefninu, fjallað er stuttlega um tækið í heimild [7])	
Bretland/Loughborough	Loughborough-háskóli	Utandyra, (frekari upplýsingar vantar)	
Danmörk/Lyngby	DtU og rannsóknastofa dönsku vegagerðar	Hjól, einfalt eða tvöfalt, lína, möguleiki á hliðarfærslum hjóls, innandyra	1974
Finnland/Oulu	Háskólinn í Oulu	Hjól (“small-scale”), einfalt, lína, ekki hliðfærslur, breytilegt álag, innandyra	1994
Frakkland/Nantes	LCPC	Hjól, einfalt eða tvöfalt, tvöfaldur og þrefaldur öxull með einföldu hjóli, hringbraut, möguleiki á hliðarfærslum, breytilegt álag, utandyra	1984
Holland/Delft	DUT og DWW	Hjól, einfalt eða tvöfalt, lína, möguleiki á hliðarfærslum hjóls, breytilegt álag, utandyra en möguleiki á stýringu hitastigs með yfirbyggingu.	1990
Rúmenía/Iasi	Háskólinn “Gh. Aachi”	Hjól, tvöfalt, hringbraut, möguleiki á hliðarfærslum hjóls, fast álag, innandyra	1982
Slóvakía/Bratislava	VUIS-CESTY	Heill öxull, hjól tvöföld, hringbraut, möguleikar á hliðarfærslum, breytilegt álag, utandyra.	1990
Spánn/Madrid	CEDEX	Hjól, einfalt eða tvöfalt, sporöskjulaga braut, möguleikar á hliðarfærslum hjóla, breytilegt álag, utandyra	1987
Sviss/Lausanne	LAVOC/DGC/EPFL	Heill öxull, einfalt eða tvöfalt hjól, lína, möguleiki á hliðarfærslum hjóla, breytilegt álag, innandyra	1976
Sviss/Zurich	ETH	Hjól, tvöfalt, hringbraut, möguleikar á hliðarfærslum hjóla, breytilegt álag, utandyra	1978
Svíþjóð/Finnland	Linköping/Helsinki	Hjól, einfalt eða tvöfalt, lína, möguleikar á hliðarfærslum hjóla, breytilegt álag, færanlegt	1997
Þýskaland/Köln	BASf	Púlsálag, breytilegt álag, innandyra	1969
Þýskaland/Dresden	Háskólinn í Dresden	Púlsálag, breytilegt álag, innandyra	2001

* Lína þýðir að álagshjólid fer fram og til baka.

Af þeim tækjum sem nefnd eru í töflu 1 má segja að um 14-16 þeirra séu af þeirri gerð að þau prófi í skala 1:1 (eru ekki small scale). Fram kemur í heimild [8] að alls séu um 40 slík tæki til í heiminum.

Eins og fram kemur í töflu 1 má flokka tækin í þrjá megin flokka, eftir því hvort þau eru línubraut, hringbraut og hvernig álagið er fært á uppbyggingarnar. Fram kemur að álag er í langflestum tilvikum fært á yfirborð uppbyggingarnar með hjóli sem fer yfir hana. Undantekningar eru í Þýskalandi, þar sem menn hafa valið að færa álagið með plötum, sem geta fært sig um yfirborðið. Þýska aðferðin er augljóslega ekki sambærileg við hinar, en þó talið að hægt sé að nota hana í sama tilgangi. Sænsk/finnska tækið (sem notað var í íslensku prófununum) hefur sérstöðu að því leyti að það er færanlegt, þannig að það má fara með það milli staða og einnig nota það til að prófa tilraunakafla sem byggðir eru sem hluti af raunverulegum vegi. Helsti munur á hringlaga (sporöskjulaga) brautum og línubrautum er að hægt er að ná meiri hraða á hringbrautum.

Teknar voru saman upplýsingar um helstu rannsóknir sem gerðar hafa verið með hröðuðum álagsprófum, frá 1978 til 2002. Rannsóknunum var skipt í flokka eftir meginviðfangsefni hvar um sig. Á mynd 1 er sýnt hvernig rannsóknirnar flokkuðust eftir meginviðfangsefni þeirra [9], en í flestum tilvikum eru fleiri en eitt atriði innifalið í hverju verkefni. Íslenska verkefnið sem unnið var í Svíþjóð árið 2000 var til dæmis skráð með hönnun sem meginviðfangsefni, en einnig efnispróf og skilamódel (performance models) sem undirflokkar. Eins og sjá má á mynd 1 hafa efnispróf og burðarþolshönnun verið meginviðfangsefni flestra verkefna sem unnin hafa verið á þessu tímabili. Í heimild [9] er samantekt um flest verkefni sem unnin hafa verið í mismunandi löndum.



Mynd 1: Meginviðfangsefni rannsókna með hröðuðu álagsprófi í Evrópu frá 1978 til 2002

Hraðað álagspróf er ein aðferð við mælingar og athuganir á hvernig veguppbygging bregst við álagi. Hægt er að gera slíkar rannsóknir líka á rannsóknastofu en þá er einn ákveðinn hlutur tekinn út og skoðaður í vel stýrðu umhverfi, eða með rauntímaprófi (RLT), þar sem veguppbygging er skoðuð í fullum skala undir raunverulegum aðstæðum (álag og loftslag). Samanborið við hið síðarnefnda er hefur hraðað álagspróf þann kost að hægt er að hafa betri stjórn á álagi og öðrum utanaðkomandi þáttum (loftslagi, vatni í uppbyggingu o.s.frv.). Þó er bent á að hafa í huga að

mikilvægar ákvarðanir verða ekki teknar eingöngu eftir hraðaálagspróf (ALT), viðbótarrannsóknir, s.s. með RLT prófi til að fylgja eftir niðurstöðum ALT eru einnig nauðsynlegar.

Líta ætti á hraðaálagspróf, sem hluta af heildarmynd, þar sem einnig eru inni heimildakönnun, rannsóknastofumælingar og –próf, líkanareikningar og rauntímapróf. Hraðaálagspróf, eins og hin atriðin, kemur mismunandi sterkt inn í myndina eftir því hvert rannsóknarefnið er hverju sinni og í sumum tilvikum er það alls ekki fyrsti kostur.

Segja má að áherslur hraðaðra álagsprófa hafi breyst frá því hefðbundna, sem tengjast hönnun vegbygginga, í að skoða atriði sem varða viðhald vega og er lagt til að sú áhersla verði enn aukin, samanber næsta kafla. Í framtíðinni er einnig gert ráð fyrir að hraðaálagspróf verði í meiri mæli notað til að meta nýja kosti hvað varðar vegagerðarefni auk þess sem það verður áfram notað til að þróa hönnunarlíkön.

4. Tillögur

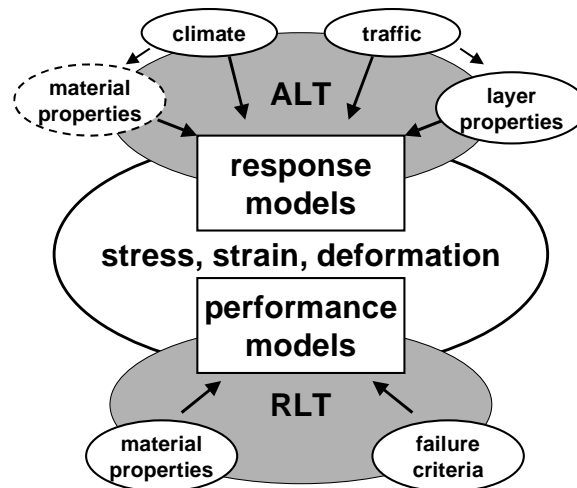
Í lokaskýrslu um verkefni COST 347 eru gerðar ýmsar tillögur er varða hraðaálagspróf, meðal annars út frá þeim samantektum sem gerðar voru og eru nefndar að hluta í kaflanum hér á undan. Hér verða nokkrar þeirra nefndar, en nánari útfærslur verður að finna í lokaskýrslu verkefnisins, sem nú er til í uppkasti sjá heimild [6].

Megintillögur lúta að því að auka ætti samvinnu í hröðuðum álagsprófum. Talið er að ekki sé þörf á að koma upp nýrri aðstöðu eða nýjum tækjum til hraðaðra álagsprófa í Evrópu, en nýta ætti betur þau sem til eru með samvinnu um verkefni, bæði hvað varðar skilgreiningu þeirra og fjármögnun. Bent er á að þegar lagt er af stað með hraðaálagspróf er það oftast skipulagt út frá einni megin rannsóknarhugmynd, en vegna þess hversu kostnaðarsamt prófið er ættu menn að hafa í huga “aukaafurðir” sem kann að vera hægt að fá. Áhersla ætti að vera á að skrá fremur meira en minna af niðurstöðum.

Fram koma tillögur um að safna niðurstöðum í gagnagrunn og tillaga er um hvernig sá grunnur ætti að vera. Lagt er til að opna aðgang að slíkum gagnagrunni þannig að gögnin nýtist betur til almennrar úrvinnslu. Þetta hefur þó þann annmarka að í einhverjum tilvikum eru og verða niðurstöðurnar trúnaðarmál sem ekki verða opnaðar fyrir alla.

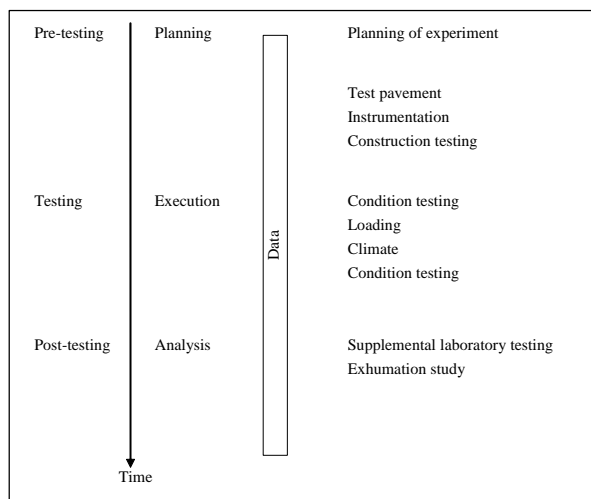
Varðandi viðfangsefni rannsóknaverkefna er bent á að auka ætti rannsóknir tengdar viðhaldi sem og umhverfisáhrifum, en eins og fram kemur á mynd 1, hefur mest áhersla til þessa verið á prófanir á mismunandi eignum og prófanir tengdar hönnun.

Til að fá heildarmynd af skilum (performance) veguppbygginga er nauðsynlegt að spila saman hröðuð álagspróf (ALT) og próf í rauntíma (RLT), því hvor prófunaraðferð um sig hefur ákveðna annmarka. Á mynd 2 er sýnt hvernig ALT og RLT geta spilað saman í rannsóknarvinnu og þróun í þessu sambandi. Hraðaða álagsprófið er nýtt til að fá mynd af svörum uppbyggingarinnar gangvart álagi, en síðan þarf að nýta rauntímapróf til að fá fram gleggri mynd af skilum. Með tengingu beggja út frá mælingum á spennum, streitum og niðurbeygju er svo einnig hægt að nýta ALT eitt og sér til að fá mynd af skilunum.



Mynd 2: Samspil ALT og RLT við rannsóknir.

Vinnuhópur sem gerði tillögur um “góðar venjur” (Comon Code of Good Practice) við hraðaálagspróf, gerði tillögu um að þau væru gerð í samhengi eins og sýnt er á mynd 3. Skrifaðar voru sérstakar leiðbeiningar fyrir hvert atriði sem nefnd eru til hægri á myndinni. Í viðauka við þessa skýrslu er dæmi sem skrifað var fyrir álag (loading). Lagt er til að hliðsjón verði höfð af þessum hugmyndum við hröðuð álagspróf framtíðar, a.m.k. í Evrópu.



Mynd 3: Yfirlit hraðas álagsprófs, til hægri eru atriði sem vinnuhópur um góðar venjur við hraðaálagspróf skrifaði sérstakar leiðbeiningar um.

5. Lokaorð

Að mati skýrsluhöfundar er það ein megin niðurstaða verkefnisins að leggja skuli áherslu á að nýta þann tækjabúnað sem til er, með samvinnu um verkefni, fremur en að koma upp nýrri aðstöðu og byggja fleiri tæki. Ljóst er að hröðuð álagspróf eru dýr í framkvæmd og því kostnaðarsamt að endurtaka sambærileg próf oft. Því er mikilvægt að ná sem mestu út úr hverju tæki og prófi fyrir sig án endurtekninga. Í heiminum eru til um 40 tæki sem geta gert próf á vegbyggingum í skala 1:1. Samvinna milli þeirra sem nota tækin eða reka hefur þó hingað til verið takmörkuð. Ljóst er að það kostar ákveðna vinnu við að samræma niðurstöður frá mismunandi tækjum, en slíkt hefur e.t.v. ekki verið unnið mikið til þessa.

Í tengslum við aukna samvinnu bendir verkefnishópurinn á mikilvægi þess að til dæmis Evrópuþjóðir sameinist um að kosta verkefni, að opinberir aðilar og einkaaðilar sameinist um rannsóknir, að fá inn fleiri aðila sem ekki eiga tæki til ALT prófa (dæmi um slíkt er verkefni Vegagerðarinnar í Svíþjóð árið 2000) og að taka upp samvinnu við aðila utan Evrópu.

Skýrsluhöfundur telur að ef samvinna kemst á, í dúr við það sem lagt er til, ættu Íslendingar að fylgjast með þar sem umræða og vinna fer fram við undirbúning nýrra verkefna í hröðuðu álagsprófi, með það fyrir augum að koma inn og taka þátt í verkefnum sem eru áhugaverð fyrir okkur. Það voru ýmsar spurningar sem vöknudu við prófið sem gert var í Svíþjóð árið 2000, sem e.t.v. væri hægt að fá svör við í öðrum prófum, ef við getum haft áhrif á skipulag þeirra og skilgreiningu. Dæmi um slíkar spurningar eru, hvaða áhrif hefur breyting á kornastærðardreifingu burðarlagsefnis á hjólfaramyndun og hvaða áhrif hefur það á niðurstöður ef bikbundni massinn fær tíma til að stífna betur fyrir álagsprófið.

Heimildir:

- [1] Þórir Ingason: *HVS-Nordic – Íslensk þátttaka – framkvæmdaskýrsla*. Vegagerðin, desember 2000.
- [2] Ingason, Th., Wiman, L.G., & Haraldsson, H.: *HVS-testing of Icelandic low volume road structures*. ISAP 9th International Conference on Asphalt Pavements, Copenhagen, 2002.
- [3] Þórir Ingason: *HVS-Nordic – Íslensk þátttaka – Athugun á svörunarmælingum*, skýrsla Rb nr. 03-12, 2003.
- [4] Þórir Ingason: *HVS-Ísland – Bakreikningar efnisstuðla út frá falllóðsmælingum*. skýrsla Rb nr. 02-01, 2002.
- [5] Sigurður Erlingsson og Þórir Ingason: *Performance of two thin pavement structures during Accelerated Pavement Testing using a Heavy Vehicle Simulator*, International Conference on Accelerated Pavement Testing, Minnesota, September 2004.
- [6] COST 347: *Improvements in Pavement Research with Accelerated Load Testing – final report*, Desember 2004 (draft 3).
- [7] Þórir Ingason *Athugun á möguleikum á uppsetningu “óðýrs” búnaðar til að gera hraðað álagspróf á veghlot á Íslandi*, skýrsla Rb nr. 03-03, febrúar 2003.
- [8] COST 347, WP1, *Inventory*, Final Report, júní 2002
- [9] COST 347, WP2, *Previous and current research in the field of accelerated pavement testing*, Final Report, október 2003.

Viðauki: leiðbeiningar um meðferð álags við hraðað álagspróf:

Title	Loading																																																																																																																																																																							
Aim	To load the test pavement in a most appropriate way for the purpose of the test each time.																																																																																																																																																																							
Importance	<p>5</p> <p>In general, loading is very important for ALT tests, but dependent on the purpose of the test (see table below). It is important to use a controlled load <i>or</i> load spectrum <i>and</i> controlled number of load application. Speed and dynamic effects are only important for advanced modelling.</p> <p>Loading can be applied by wheel or impulse actuators. It is recommended to use wheel loads unless you have very good practice and understanding of impulse actuators.</p> <p>Importance of flexibility of loading (i.e. possible variation of different loading aspects) is different, depending on the purpose of the test each time. In the table below, importance of flexibility for some load aspects are given for some research topics. When using impulse actuators, some of the load aspects mentioned in the table are not relevant. It should be considered specially each time.</p> <table border="1" data-bbox="539 972 1484 1727"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Research topic</th> <th colspan="9">Load aspects</th> </tr> <tr> <th>Load</th> <th>Tyre types</th> <th>Tyre press.</th> <th>Speed</th> <th>Lat. dist.b.</th> <th>Dy-rect.</th> <th>Dyna-mics</th> <th>Wheel conf./ axle</th> <th>Yaw angle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Testing specific materials</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Performance models</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Response model</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>Flex.4 Rigid. 5</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Maintenance</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Wheels load effect</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Test validation</td> <td colspan="9">Dependent on which laboratory test is to be validated</td> </tr> <tr> <td>Climatic and hydrological conditions</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Failure criteria</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Surface defects</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Tyre wear</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Friction</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Noise</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Surface reflection</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Surface wear, dust (studded tyres)</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>									Research topic	Load aspects									Load	Tyre types	Tyre press.	Speed	Lat. dist.b.	Dy-rect.	Dyna-mics	Wheel conf./ axle	Yaw angle	Testing specific materials	4	3	4	3	1	3	4	2	4	Performance models	5	5	5	5	5	3	5	5	2	Response model	5	5	5	3	2	3	Flex.4 Rigid. 5	5	0	Maintenance	5	5	5	3	3	3	5	5	2	Wheels load effect	5	5	5	5	5	5	4	5	5	Test validation	Dependent on which laboratory test is to be validated									Climatic and hydrological conditions	5	3	5	3	1	1	3	3	0	Failure criteria	5	5	5	3	2	3	5	5	2	Surface defects	4	4	4	5	3	3	3	4	5	Tyre wear	3	5	5	5	3	3	4	0	5	Friction	3	5	5	5	2	2	4	0	5	Noise	4	5	5	5	3	2	4	0	3	Surface reflection	1	3	3	2	2	3	1	0	5	Surface wear, dust (studded tyres)	4	5	3	5	3	1	3	0	5
Research topic	Load aspects																																																																																																																																																																							
	Load	Tyre types	Tyre press.	Speed	Lat. dist.b.	Dy-rect.	Dyna-mics	Wheel conf./ axle	Yaw angle																																																																																																																																																															
Testing specific materials	4	3	4	3	1	3	4	2	4																																																																																																																																																															
Performance models	5	5	5	5	5	3	5	5	2																																																																																																																																																															
Response model	5	5	5	3	2	3	Flex.4 Rigid. 5	5	0																																																																																																																																																															
Maintenance	5	5	5	3	3	3	5	5	2																																																																																																																																																															
Wheels load effect	5	5	5	5	5	5	4	5	5																																																																																																																																																															
Test validation	Dependent on which laboratory test is to be validated																																																																																																																																																																							
Climatic and hydrological conditions	5	3	5	3	1	1	3	3	0																																																																																																																																																															
Failure criteria	5	5	5	3	2	3	5	5	2																																																																																																																																																															
Surface defects	4	4	4	5	3	3	3	4	5																																																																																																																																																															
Tyre wear	3	5	5	5	3	3	4	0	5																																																																																																																																																															
Friction	3	5	5	5	2	2	4	0	5																																																																																																																																																															
Noise	4	5	5	5	3	2	4	0	3																																																																																																																																																															
Surface reflection	1	3	3	2	2	3	1	0	5																																																																																																																																																															
Surface wear, dust (studded tyres)	4	5	3	5	3	1	3	0	5																																																																																																																																																															

<p>Mandatory actions</p>	<p>Determine the type and purpose of test, and choose loading or ALT-equipment in accordance with that, see “Importance” above. For example if the research topic is response model, it is very important to be able to change the magnitude of load, to be able to change the types of tyres, to be able to change tyre pressure, while to be able to change speed, to be able to change lateral position of wheels etc. is not as important.</p> <p>Use controlled loading for response testing and realistic loading for testing of specific material.</p> <p>Register the wheel type.</p> <p>Register load and tyre pressure at certain intervals.</p> <p>Register the speed, number of passes and lateral position of the wheel(s) for each loading.</p>
<p>Recommended actions</p>	<p>Consider registering the load, tyre pressure and tyre temperature automatically (continuously).</p> <p>Choose the range of load to be representative for real traffic loads.</p> <p>Choose wandering (transverse distribution) which is representative for real traffic and wandering should be automatic. Note that moving the loading wheel sideways in small steps during testing does not simulate real traffic correctly. Lateral wander could be simulated by lifting of the loading wheel after each pass, but that is time consuming.</p> <p>Choose ALT facility that is able to apply many loads in a short time period to accelerate damage if that is in accordance with the research topic.</p> <p>Choose ALT facility that has a possibility of different wheel configuration (dual /single wheel). Several axle types (single, tandem, tridem) would also be preferred in some research topics.</p> <p>Choose ALT facility that is has a possibility of variable propulsion (towed, driven), and possibility to consider friction for example by change of yaw angle.</p> <p>Future ALT facilities should be able to monitor dynamic loads and their impacts on pavement structures.</p>
<p>References</p>	<p>W J vdM Steyn, M De Beer, W Du Preez: Simulation of Dynamic Traffic Loading for Use in Accelerated Pavement Testing (APT), Paper Number: GS1-4, Accelerated pavement testing, 1999 international conference Reno Nevada.</p> <p>COST 347: Final Report of WP1 – Inventory – CEDEX, Madrid, Spain, 2002.</p>