

XXIIe CONGRÈS MONDIAL DE LA ROUTE  
DURBAN 2003

**RAPPORT NATIONAL  
DE LA  
RÉPUBLIQUE TCHÈQUE**

**SÉANCE D'ORIENTATION STRATÉGIQUE TS1**  
***Des niveaux de service et des innovations***  
***pour répondre aux attentes des usagers***

**Eng. Otakar Vacín**

The Management of Roads and Highways Czech Republic  
Na Pankráci 546/56  
145 05 Praha 4  
Czech Republic  
Phone: +420-241482585  
Fax: +420-241481335  
E-mail: [otakar.vacin@kac.rsd.cz](mailto:otakar.vacin@kac.rsd.cz)  
[www.rsd.cz](http://www.rsd.cz)

**Co-operating authors:**

Jan Kudrna (Technical University Brno)  
Václav Bolina (VIAGEOS)  
Jaroslav Dostál (OAT)  
Jaroslava Škarková (Dálniční stavby Praha, a.s.)

## **RESUME**

L'organisation politique nouvelle de l'administration de la République tchèque fondée sur les régions a eu aussi l'impact sur l'organisation de la gestion dans le domaine routier. L'Etat, à travers du Ministère des Transports et de la Direction des routes et autoroutes assure la construction, les réparations et l'entretien des autoroutes et des routes de la première classe, le réseau des routes express et européennes inclus.

Les régions (13 + la capitale Prague) assurent la même chose pour les routes de la II<sup>ème</sup> et III<sup>ème</sup> classe. Le financement de l'infrastructure de transport est assuré pour l'instant par le Fonds national des infrastructures de transport, qui obtient les moyens d'une partie des impôts sur la consommation des carburants, des timbres autoroutières et des autres taxes. Une partie considérable du budget de Fonds représentent les recettes de privatisation. Le budget du Fonds est approuvé par le Parlement. Les moyens de divers fonds européens et les prêts d'EIB sont aussi utilisés pour la construction et les réparations des routes et autoroutes. L'utilisation des capitaux privés pour la construction et l'entretien des autoroutes a été aussi approuvée.

La priorité dans la construction, c'est l'achèvement du réseau des autoroutes et routes express et leur connection aux États voisins. Parmi les autres aspects des constructions et reconstructions, les solutions des problèmes du développement de l'économie, des services de transport et de la sécurité routière sont prioritaires.

L'entretien des routes et autoroutes existantes (55 000 km) est organisé au niveau de l'Etat (Centres de la gestion et de l'entretien des autoroutes) et au niveau des régions (Centres de la gestion et de l'entretien des routes).

Ces centres réalisent pour la plupart l'entretien courant (l'entretien hivernal inclus). L'entretien de grand étendue et des constructions sont réalisés sur la base de contrats avec les entreprises.

L'état technique des ponts et chaussées est donné par le manque de longue date des moyens financiers pour l'entretien et les réparations. Il était aussi expressivement influencé par les grandes inondations en République tchèque en 1997, 1998 et 2002.

Le facteur principal, qui influence l'état des constructions, c'est la croissance du transport routier depuis l'année 1990. Les intensités du transport ont augmenté de presque de 50 %. Le transport des marchandises exprimé en milliards tonnes x kilomètres a même augmenté de 140 %. C'est justement cette partie élevée du transport lourd, qui détruit les constructions des chaussées.

Un système sophistiqué a été créé en République tchèque. Ce système observe l'état des chaussées, évalue leur capacité de service, prépare le planning de la construction, de l'entretien et des réparations des routes et autoroutes, l'élaboration des projets et de leurs réalisations.

Pour l'évaluation de service des autoroutes et routes sont utilisés: la voiture multifonctionnelle de mesures ARAN, l'appareil SCRIM et le déflectographe. Les données sont traitées par le système de gestion des chaussées de l'organisme Base de données routière. Ce système prépare les données pour le planning de l'entretien, des réparations et des reconstructions des chaussées.

Les Centres de la gestion et de l'entretien régionaux utilisent le système de gestion des chaussées, fondé sur l'inspection visuelle des routes avec l'enregistrement des défauts et éventuellement avec l'évaluation de la capacité portante par l'essai dynamique FWD. Les propositions de l'entretien et des réparations des chaussées sont fondées sur le diagnostics des chaussées avec l'enregistrement des défauts, l'évaluation des leurs causes à l'aide des mesures de la capacité portante par FWD et par les sondages et les essais de laboratoire des différentes couches de la chaussée. L'étude de la réparation ne peut pas être limitée ou simplifiée. Les coûts des réparations erronées dépassent l'économie obtenue sur le diagnostics de la chaussée.

Les technologies progressives, bien connues aux pays développés, sont utilisées pour la construction, l'entretien et les réparations des routes et autoroutes. Le traitement des sols à la chaux, l'utilisation des bitumes modifiés pour les couches de roulement et de liaison ont connus un grand développement. Les bitumes multigrades commencent d'être utilisés. La construction des chaussées en béton de ciment est en haut niveau technique, surtout l'application de pose en deux couches avec les joints goujonnés. Les technologies de recyclage en place commencent à s'imposer.

Toutes les activités qui concernent l'évaluation de l'état, des études et de la construction des routes et autoroutes (les essais de laboratoire inclus) sont soumises aux règles de l'évaluation des systèmes de qualité.

## **1. Organisation de la gestion dans le domaine routier**

Une organisation politique nouvelle, à savoir la constitution de 13 régions (et la capitale Prague), a eu aussi l'impact sur la gestion dans le domaine routier. L'Etat garde sur soi la gestion de 518 km des autoroutes et 6 091 km des routes de la I<sup>ère</sup> classe, qui contiennent aussi 2 644 km routes européennes. L'Etat assure par l'intermédiaire du Ministère du transport (MD) et de son organisme Direction des routes et autoroutes (RSD) leur entretien, leurs réparations et reconstructions. En même temps il prépare la construction des tronçons nouveaux des autoroutes, routes express et routes de la I<sup>ère</sup> classe.

Les régions assurent l'entretien, les réparations et la construction de 14 636 km de routes de la II<sup>ème</sup> classe et 34 183 km de routes de la III<sup>ème</sup> classe dans leurs territoriaux.

L'entretien, les réparations et la construction d'environ 55 000 km des chaussées locales assurent les villes et les communes.

Le Ministère du transport dirige la politique technique globale dans ce domaine, y compris l'élaboration de la conception d'une politique en matière de transport, les normes et la réglementation correspondante.

## 2. Tendances principales

Les chiffres suivants témoignent les tendances principales, qui ont l'influence sur le domaine routier, dont la croissance dramatique du transport routier. Le nombre des camions lourds a augmenté de 1990 à 2000 de 47,3 %, le nombre de voitures personnelles de 55,8 %.

Les intensités moyennes du passage des voitures en 24 heures ont augmenté en même période sur les autoroutes et les routes de la I<sup>ère</sup> classe environ de 50 %, sur les routes de la II<sup>ème</sup> et de la III<sup>ème</sup> classe de 25 %. La capacité de transport a augmenté de 53 %. La participation de la route sur les capacités du transport exprimée en milliards x personnes x kilomètres a augmenté dans cette période de 12 % par rapport au transport ferroviaire, mais de plus de 140 % au détriment du transport des marchandises. Une partie élevée du transport des marchandises a l'impact négatif surtout sur l'état du réseau routier.

Le développement du réseau routier est orienté surtout vers l'achèvement du réseau des autoroutes et routes express, leur connection avec le réseau de routes de grande capacité des pays voisins. Le développement des construction des routes de la I<sup>ère</sup> classe est motivé surtout par la création des régions, par la croissance de nouvelles zones industrielles, l'amélioration de la sécurité des communications et par la protection de l'environnement. La communication avec le public, les utilisateurs des routes et avec l'administration locale est, dans cette phase, très importante. Elle est réalisée déjà pendant les étapes préparatoires des projets, où une attention particulière est consacrée aux aspects écologiques. Il est paradoxal, que malgré une opinion favorable de l'administration régionale et de la plupart des habitants, les „initiatives écologiques“ empêchent souvent le développement futur du territoire.

A part de la construction nouvelle, il est nécessaire d'assurer aussi l'entretien des communications existantes. L'entretien est assuré par la RSD, par l'intermédiaire des Centres de la gestion et de l'entretien des autoroutes (SSUD), qui sont chargés de la gestion des tronçons d'environ de 50 km de l'autoroute. L'entretien des chaussées de la I<sup>ère</sup> classe est assuré par les Centres de la gestion et de l'entretien des routes (SUS), sur la base de contrats avec le RSD. SUS appartient sous la compétence des régions. Leur activité principale est la gestion et l'entretien des routes de la II<sup>ème</sup> et III<sup>ème</sup> classe. SSUD et SUS font pour la plupart l'entretien courant. L'entretien des constructions et les réparations sont réalisées de 90 % sur la base des appels d'offres publiques. L'entretien hivernal est dominant dans l'entretien courant. Son coût représente environ un tiers du budget total. L'entretien hivernal est réalisé en ligne sur les autoroutes et route express, sur les autres communications fonctionne en cercles. Cet entretien est organisé par la RSD et par les régions diverses. Le dispatching central est à la RSD.

Le niveau de l'entretien des chaussées est continuellement discuté avec le public. Les limites en sont la réglementation, mais aussi les moyens financiers, alloués à sa réalisation. Les demandes du public à l'entretien hivernal sont par exemple : que la route soit en 24 heures non-seulement carrossable, mais pratiquement nue, c.a.d. „noire“. Pour les intensités de la circulation élevées, surtout sur les autoroutes, cela signifie l'utilisation maximale des actions préventives et les coûts totaux plus élevés.

Les demandes à la qualité de la surface des routes dépassent, elles aussi, les possibilités existantes financières. Les moyens à l'entretien et les réparations sont sous-évalués de longue date. On utilise pour cette activité moins que 1 % de la valeur totale des routes et autoroutes. La somme de ce déficit représente aujourd'hui déjà presque de 200 milliards de Kc (couronnes tchèques). Les dégâts importants causés par les inondations s'ajoutent à cela. Les dégâts causés sur les routes en gestion de l'Etat par les inondations en Moravie et en partie orientale de la Bohême en 1997 et 1998 représentent de 3.4 milliards Kc. Les inondations en 2002 ont touché surtout la Bohême. Les dégâts sont estimés à environ 5 milliards Kc.

C'est pourquoi il faut procéder avec les moyens pour l'entretien et les réparations d'une façon très sérieuse en accord avec le planning, en utilisant les systèmes de gestion comme PMS et HDM 4, évaluer les priorités et utiliser les technologies progressives.

La source principale du financement de la construction, des réparations et de l'entretien des autoroutes et des routes de la classe I à III est le Fonds National des infrastructures de transport (SFDI). A part des routes mentionnées, SFDI assure le financement de l'infrastructure du transport ferroviaire, aérien et par les voies d'eau. La source principale des recettes du fond est une partie de l'impôt sur la consommation du carburant, des voitures motorisées, des produits de vente des timbres autoroutières, de différents taxes et de la privatisation. Le plan et les dépenses financières du fond sont approuvés par le Parlement de la RT.

Parce que les moyens du SFDI ne sont pas suffisants, les moyens provenant des fonds PHARE, ISPA et du prêt EIB sont utilisés surtout pour les investissements à la construction.

Le gouvernement tchèque a approuvé en 2002 le projet pilote de la construction de l'autoroute avec l'utilisation du capital privé. Un contrat a été signé pour la construction d'environ 80 km de l'autoroute D 47 avec une entreprise israélienne HOUSING AND CONSTRUCTION. Elle assurera à part de la construction aussi l'entretien au cours de 30 ans. L'Etat payera les acomptes agrégés par le péage d'ombre.

Selon les expériences obtenues, une autre utilisation des capitaux privés est supposé pour la construction des autoroutes et routes express.

Il est nécessaire de remplir plusieurs conditions indispensables de longue terme, afin d'assurer la haute qualité de l'évaluation de la capacité du réseau routier, et par la suite le planning des constructions nouvelles des réparations et de l'entretien.

### 3. Base étatique de données routières

On a réussi à constituer une base étatique de données routières, qui fonctionne bien, avec la collection des données depuis 15 ans, et avec le système fondé sur trois fonctions de traitement des données.

1. Le traitement des données est réalisé sur le serveur fondé sur l'architecture Inter et Ethernet.
2. Le logiciel pour les utilisateurs est construit sur la plate-forme PC dans toutes les parties du système informatique routier, comme les divers systèmes experts de gestion de routes, l'observation de la capacité des routes et autoroutes, gestion de marquage de circulation, gestion des ponts, l'analyse de l'intensité des accidents de circulation et l'élimination de leurs causes, passportisation de l'équipement technique des routes et les systèmes de transport intelligents.
3. L'utilisation complète des données en GIS pour le nombre le plus élevé des utilisateurs potentiels provenant des autres domaines comme l'écologie, l'économie, les transporteurs et les autres.

C'est justement par ces fonctions, que les moyens investis dans le système informatique sont valorisés et retournés.

Avant de décrire les données qui sont collectées et stockées dans la base de données routières, il est nécessaire de mentionner la propriété clé importante de toutes les bases de données routières. C'est un système exact de la localisation des données. On utilise „le système de localisation des noeuds“, duquel nous pensons, qu'il appartient aux plus précis. Grâce à un progrès rapide des technologies GPS, notre administration étatique a décidé d'établir un réseau rigide de noeuds physiquement stabilisés et repérés avec la précision de position de 10 cm dans les coordonnées internationales GPS WGS 84 (13 000 de noeuds aux carrefours et frontières administratives avec la densité moyenne d'un point sur 2 km du réseau de longueur 21 000 km sur les autoroutes et les routes de la I<sup>ère</sup> à II<sup>ème</sup> classe). L'axe des routes entre les noeuds est aussi mesurée. Une trajectoire tridimensionnelle avec les distances précises et toutes les paramètres du tracé sont créés pour chaque section. Pour l'augmentation du confort des utilisateurs, l'enregistrement digital magnétoscope dans la forme de regard d'un utilisateur, lié avec cette localisation précise commune pour toutes les données stockées, sert comme la base du système informatique routier.

Les données principales stockées dans la base de données routières sont:

1. données liées au système de localisation (coordonnées, description et localisation graphique des noeuds pour le renouvellement suivant, les directions de la circulation sur les carrefours dénivelés)
2. données non-variables
  3. description de chaussées (largeur des chaussées, la nature de la couverture et tout les aménagements techniques des chaussées)
  4. description de carrefours (type, forme, direction de la circulation, règlement de transport)
  5. registre des objets routiers (description des ponts, passages ferroviaires, passages supérieurs et inférieurs)
  6. nature du sous-sol et la construction des chaussées
  7. géométrie du tracé des routes (coordonnées WGS trajectoires numériques avec le pas de 4 m, rayon de courbe, pente longitudinale et transversale, les distances exactes de tous les éléments du tracé)
  8. paramètres variables mesurés par les équipements diagnostics décrits ensuite
  9. registre des activités de construction et d'entretien
  10. ingénierie en matière de transport (calcul des intensités de circulation et de la capacité du réseau)

#### **4. Collection des données - les appareils diagnostics**

La collection des données nécessaires, qui sont utilisées dans les PMS multicritères depuis 6 ans, est réalisée en République tchèque. Les paramètres principaux variables sont mesurés sur le réseau principal chaque année et sur le réseau secondaire dans la période de 3 ans.

La collection des données est assurée pour la plupart sous la forme contractuelle et à l'aide de l'équipement, qui appartient à la base de données routières. Les fournisseurs et l'équipement sont jugés d'une façon sévère en accentuant la qualité de données, de corrélations internationales, de normes internationales (ISI, ASTM, CEN) et de résultats des expériences internationaux de PIARC.

L'équipement de base pour les mesures fournies sous la forme contractuelle est la voiture canadienne multifonctionnelle ARAN, fabriquée en série. Cette voiture est utilisée par les 75 agences dans les 15 pays. L'ARAN en République tchèque délivre les informations pour le support des décisions bien fondées par la collection de données consistantes et précises d'une façon rapide, sûre et efficace. Cet appareil assure la collection de la majorité de données comme:

Le profil longitudinal / les irrégularités longitudinales (IRI), le profil en travers/orniérage, la profondeur théorique de l'eau dans les ornières, l'état de la surface de chaussées du point de vue de défauts présentés dans le catalogue de la base de données routières (15 types), la macrotecture de la surface (MPD), pente transversale, les coordonnées GPS, magnétoscope numérique panoramique du regard du chauffeur avec les détails de la surface de la chaussée (distribué sur les bandes standards ou DVD), localisation des phénomènes observés. Le fournisseur tchèque travaille avec le système depuis 10 ans.

On ne peut pas oublier deux autres paramètres, à savoir la portance et les propriétés antidérapantes de chaussées.

La portance est mesurée par plusieurs appareils fondés sur le principe des déflectomètres FWD sous la forme contractuelle. Ce sont FWD Phonix PRI 2100, FWD Phonix ML 100, DYNATEST FWD 8002, DYNATEST 8000 et aussi l'appareil DEFLECTOGRAPH DEF-03, qui appartient à la base de données routières. Ces mesures sont utilisées très intensivement pour la détermination des coûts de durée de vie des chaussées. La Direction des autoroutes prépare à présent le logiciel pour le calcul de la durée de vie restante DG LAYMED, qui doit être compatible avec tous les appareils FWD utilisés.

Les propriétés antidérapantes sont mesurées à l'aide de l'appareil SCRIM. Pour certaines mesures spéciales des propriétés antidérapantes, surtout sur les autoroutes, on utilise l'appareil tchèque TRT. C'est surtout pour les essais de réception des chaussées jusqu'à la vitesse de 140 km/heure. Ce système est fondé sur le glissement partiel de 25 %. Il est complété par la mesure accélérométrique des irrégularités longitudinales IRI avec GPS et la localisation magnétoscope.

Toutes les données sont traitées en format des sections homogènes en échelle de 5 niveaux dès l'état très bon jusqu'à l'état inacceptable dans les structures qui permettent l'entrée automatique aux systèmes de base de données utilisées par PMS.

## **5. Systèmes experts de gestion de chaussées**

Un système sophistiqué de gestion des routes, adapté aux conditions nationales (constructions traditionnelles, entrepreneurs avec leurs constructions typiques utilisées en République tchèque, conditions climatiques, exigences écologiques, traits spécifiques du transport de l'Europe centrale, etc.), a été développé au début des années 90, et utilisé depuis 1992 aux 72 centres administratifs dans notre pays. Les nouvelles données sont introduites chaque année, et le système est amélioré par l'addition de nouveaux modules. Un « upgrade » en MS Windows de cette année peut servir comme exemple.

Ce système, appelé VSHV, fondé sur 5 paramètres, a l'architecture similaire au système HDM-4, qui est en République tchèque assez répandu, surtout pour les études globales financières, exigées par la Banque Mondiale et par les autres fonds financiers européens. Notre système national est utilisé pour toutes les processus de décision dans le domaine de planning, et dans l'administration à tous les niveaux de décision sur le réseau des autoroutes et routes de la première classe.

Le but supérieur du système est de fournir un outil automatique, qui permet la programmation des actions d'entretien nécessaires et des plans liés, fondés sur les critères de prévisions de moyen et long terme, en tenant compte des prévisions de la durée, des budgets annuels étatiques et réels à long terme. Après ce pas systématique, le module économique VSHV est utilisé de nouveau. Les résultats de ce traitement automatique sont les priorités et les études des cas individuels pour les dégradations théoriques et les interventions d'entretien liées à cela.

Les sorties principales de ce système sont :

1. plan annuel avec la sélection des priorités
2. plan stratégique de 5 ans, fondé sur 3 ou 4 variantes selon les possibilités du budget national, avec l'aspect d'améliorer la qualité du réseau dans chaque cas
3. calculs de remboursement des investissements (pourcentage de produit)
4. modèles des dégradations des chaussées

L'architecture du système est organisée en modules pour, au minimum, 3 niveaux de gestion :

1. gestion de haut niveau – Direction des routes et autoroutes
2. gestion de niveau moyen – les régions constituées de nouveau
3. gestion de base – Centres de gestion et d'entretien

L'avantage principale du système est que le module de haut niveau permet l'importation de données à partir des plans annuels du niveau de base et permet aussi la création de divers scénarios qui dépendent du budget final.

## **6. Construction des chaussées neuves**

Étant donné que la construction et la reconstruction des routes et autoroutes est toujours au centre d'attention, il faut mentionner les tendances nouvelles dans les études et la réalisation.

### **6.1 Dimensionnement des chaussées**

Le dimensionnement des chaussées est réalisé selon le Manuel, qui est en renouvellement pour l'application des paramètres performantiels des matériaux routiers. Le dimensionnement est fondé sur l'évaluation de la fiabilité et la probabilité de rupture. Cela peut être exprimé comme le pourcentage supposé de la surface endommagée par les défauts de la structure après une période de 25 années. La probabilité de rupture est spécifiée à 1 % pour les autoroutes et à 5 % pour les autres routes. Pour les chaussées avec la circulation de faible intensité, ou pour une technologie routière à l'entretien fréquent, la probabilité de rupture acceptée est de 25 %.

Les caractéristiques du trafic, du sol est de sa teneur en eau sur le site et les caractéristiques des matériaux routiers utilisés pour les couches de la chaussées sont les paramètres les plus importants. Toutes les caractéristiques considérées sont liées aux mesures de laboratoire et in situ. Caractéristiques mesurées peuvent être utilisées pour le dimensionnement.

Le calcul des chaussées souples utilise l'analyse élastique de semi-espace multi-couche. Les chaussées rigides sont calculées par la méthode des éléments finis. Les déformations calculées dans les couches bitumineuses, la déformation verticale du sous-sol et les contraintes en traction dans les chaussées en béton de ciment sont utilisés pour la détermination du nombre de chargements répétés.

Les résultats des essais de fatigue exprimés par les diagrammes de Wöhler et l'hypothèse de Miner de la superposition des endommagements relatifs sont utilisés pour la détermination du nombre de chargements répétés.

La durabilité, la résistance aux déformations permanentes et la résistance à la fissuration des couches bitumineuses causée par la température basse sont vérifiés par les essais sur les enrobés.

La durabilité n'était démontrée que pour les couches de roulement avec l'indice de vides plus grand que 10 %, mais on passe à l'évaluation de sensibilité à l'eau pour toutes les couches de roulement. On commence d'utiliser le rapport de la résistance en traction indirecte des échantillons saturés à l'eau et la résistance à l'air.

Les propriétés de chaque enrobé pour la couche de roulement et la couche de liaison, soumise à la circulation lourde ou avec l'arrêt, doivent être vérifiées par l'essai de l'orniérage. La roue d'acier à la gomme en surface est utilisée pour le passage cyclique sur la plaque d'enrobé immergée à l'eau, ayant la température de 50°C.

Les propriétés à basse température sont mesurées par l'essai de retrait empêché. L'échantillon a la forme d'une poutre. La vitesse continue de refroidissement est de 10°C par heure. On mesure en continue la force développée, la différence de longueur (elle doit être zéro en moyenne sur les trois capteurs) et la température au moment de la rupture. Les propriétés à basse température doivent être vérifiés seulement pour les bitumes du grade avec la pénétration plus petite que 65.

Les résultats des essais de laboratoire ou in situ des matériaux routiers peuvent être utilisés pour le dimensionnement des chaussées, ou les caractéristiques sont établies à partir de la composition des matériaux. Le système de dimensionnement introduit des mécanismes de contrôle aux différents niveaux de la préparation du projet et de sa réalisation.

Un élément important du contrôle de sous-sol et des couches non-liées de la chaussée est l'essai de chargement à la plaque. Les valeurs prescrites sont fondées sur les études de chaussée, les caractéristiques des sols, le type des matériaux de couche de forme et de leur épaisseur, et sur le type et des épaisseurs des couches non-liées. Il est possible de contrôler la chaussée du point de vue de dimensionnement et du fonctionnement des couches et de la chaussée avec le déflectomètre FWD, par les pulses de force répétés ou par les passages de la chaussée d'essai.

La République tchèque se trouve dans la zone climatique, où l'on utilise assez souvent des matériaux chimiques au cours de l'entretien hivernal. C'est pourquoi l'aération de qualité des bétons de ciment est obligatoire. Les paramètres de la résistance contre des cycles de gel-dégel et l'action des produits de déglacage sont très stricts. La valeur prescrite par la norme pour l'étude de formulation de béton de ciment après 150 cycles de gel-dégel est la perte maximale de 1000 g/m<sup>2</sup>.

## **6.2 Construction des chaussées bitumineuses**

Les tendances nouvelles se présentent dans le domaine des chaussées bitumineuses les dernières années.

Le traitement des sols à la chaux au cours de terrassement est assez répandu. Le traitement augmente la vitesse de la construction, la qualité des travaux et la portance des chaussées.

Les bitumes modifiés sont utilisés pour la couche de roulement et couche de liaison sur les autoroutes et les chaussées avec la circulation importante. L'enrobé du type „stone mastic asphalt“ est utilisé, comme d'habitude, pour la couche de roulement, et béton bitumineux 0/22 pour la couche de liaison. Béton bitumineux 0/11 est utilisé pour les autres chaussées et sur les chaussées avec faible circulation aussi 0/8. Les épaisseurs habituels sont de 30 à 50 mm, mais l'utilisation des enrobés minces de 20 à 30 mm augmente. Les enrobés minces spéciaux se sont apparus aussi sur les autoroutes. L'enrobé drainant est le sujet d'une recherche, mais pour l'instant son application n'est pas prévue, par crainte de procédés préventifs contre le verglas (l'utilisation du sel) et de nettoyage de vides. L'application d'un additif de pneu broyé dans le malaxeur au cours de la fabrication des enrobés (le système sec) est en cours de vérification. On a commencé d'utiliser l'enrobé à haut module avec la teneur en bitume plus élevée pour les couches de base, afin d'augmenter non seulement la rigidité, mais aussi la résistance à la fatigue.

Une attention particulière est consacrée à la limitation des fissures réfléchies dans la chaussée semi-rigide avec la grave-ciment ou avec le sol traité par les liants hydrauliques. Les joints sont créés dans ces couches par les différentes technologies (sciage, rainures par le rouleau ou l'autre appareil) ou l'on relâche la contrainte de retrait au cours de durcissement par le rouleau vibrant. Le béton de ciment est comme d'habitude segmenté par guillotine au cours de la reconstruction des chaussées rigides. Les membranes de bitume hautement modifiées ont été aussi utilisées. L'application des grilles de renforcement est limitée uniquement au pontage des fissures. Elle n'est pas recommandée pour la construction des chaussées.

Les matériaux secondaires sont aussi utilisés pour la construction des remblais et des chaussées. Le fraisat des enrobés est ajouté aux enrobés nouveaux. D'habitude on ajoute de 10 à 25 % du matériau recyclé. Il existe un poste d'enrobage, qui peut utiliser du fraisat jusqu'à 100 % (habituellement 70 %). Le fraisat est utilisé sans le liant en l'épaisseur jusqu'à 60 mm au dessous des couches bitumineuses, ou pour les couches situées plus haut sur les routes faiblement chargées (à cause du fluage de la couche). Le fraisat a été utilisé dans le malaxeur avec le ciment et l'émulsion en fonction de liant, avec les granulats nouveaux ou recyclés.

Le recyclage des matériaux de démolitions des bâtiments est utilisé sur tout le territoire. Le béton et les briques concassées et criblées sont utilisées pour le terrassement et pour les couches de fondation des chaussées de faible circulation. Le béton concassé et criblé peut être utilisé dans n'importe quelle couche, à condition qu'il satisfait les spécifications pour les granulats. Il a été utilisé même dans la couche de roulement.

Le laitier de haut fourneaux et les scories d'acier sont utilisés dans les régions, où le fer ou l'acier sont fabriqués. Le laitier est utilisé dans les remblais et les couches de base ou de fondation, les scories d'acier ont été utilisées aussi pour la couche de roulement de béton bitumineux, les enduits superficiels et les enrobés coulés à froid. Si l'on a utilisé les scories d'acier frais (c.a.d directement de la fabrication) sans les stocker pendant une année et sans les essais des changements volumiques réalisés, le gonflement et les dégâts sur les chaussées sont apparus.

Les stériles ont été utilisés dans les régions d'extraction du charbon ou du minerai pour les remblais. Les problèmes de gonflement ont été rencontrés dans le cas d'utilisation pour la couche de fondation comme par exemple pour la grave-ciment.

## **6.3 Construction des chaussées en béton**

### **6.3.1 Construction des chaussées**

Les chaussées en béton de ciment sont réalisées en RT surtout sur les pistes des aéroports, sur les autoroutes, les chaussées express et les aires de stationnement destinées à la charge lourde. Elles sont exigées en tunnels le dernier temps, à cause de la sécurité.

### **6.3.2 Les couches d'assise**

La couche de fondation la plus fréquente réalisée jusqu'à 1995 était le sol stabilisé par le ciment. Elle a été remplacée au cours de 7 dernières années par la grave-ciment. Les rainures sont réalisés dans cette couche sous les futurs joints de la dalle de béton. A part de cette technologie on réalise à présent aussi une couche de grave reconstituée (béton minéral), sur laquelle est placée une dalle épaisse de 30 cm. Le béton drainant avec la teneur en vides élevée a été aussi utilisé pour les couches d'assise sur les aéroports.

### **6.3.3 Dalles de béton goujonnées**

La technologie de la dalle non-goujonnée a été remplacée en 1995 par la dalle de béton coulée en deux couches, munie de goujons glissants dans les joints transversaux (avec la distance de 25 cm) et avec l'ancrage dans les joints longitudinaux (3 – 5 pour une dalle). L'épaisseur habituelle de la dalle est de 24 à 26 cm avec l'exception de la dalle de 30 cm, mentionnée ci-dessus, reposant sur la couche non-liée. La dalle de béton est réalisée par la technologie de point, à savoir en 2 couches par le répandage dit « frais sur frais ». Une seule couche est réalisée sur les petits chantiers. La largeur de la chaussée en béton peut être jusqu'à 15 m. La capacité habituelle du finisseur est de 500 m de longueur par jour. Afin d'obtenir l'uni de la surface exigé, le lisseur longitudinal est utilisé. La baisse du niveau de bruit est obtenue par la réalisation du balayage par le jute traîné. La durabilité à long terme des propriétés antidérapantes de la surface est achevée par l'utilisation des granulats de qualité à coefficient de polissage élevé. Les irrégularités sous la règle de 4 m doivent être plus petites que 4 mm.

Les joints de contraction dans le béton durci sont sciés comme perpendiculaires avec l'espacement de 5 – 6 m. Les joints spatiaux sont réalisés dans les cas spéciaux, à la proximité des ponts, ou avec les éléments massifs de drainage. Les joints sont toujours bouchés soit par les mastics à chaud, soit par les profiles élastiques de caoutchouc.

## **7. Entretien et réparations des chaussées**

L'entretien et les réparations des chaussées, qui découlent de l'évaluation du réseau routier par les systèmes de gestion de chaussées (SGC), sont proposés sur la base d'un projet, dont le point le plus important est le diagnostic de la chaussée et la proposition de la technologie de réparation.

## **7.1 Diagnostic de la chaussée et l'étude de la technologie de l'entretien et des réparations**

L'étude de l'entretien et des réparations des chaussées est réalisée à la base d'un diagnostic de la chaussée et utilise l'enregistrement détaillé des dégradations, l'évaluation des mesures FWD, des carottes, des tranchées et des essais de laboratoire selon le Guide technique élaboré. Les technologies de l'entretien, des réparations, du recyclage ou de la reconstruction des chaussées sont proposées sur la base des résultats de ces études.

Guide technique contient les valeurs des caractéristiques mesurées de la serviceabilité pour la classification de l'état de la chaussée en 5 niveaux. Il est nécessaire de programmer l'entretien ou la réparation, si le niveau de classification est 4 (insuffisant). Les caractéristiques sont établies pour tous les appareils de mesures utilisables pour l'évaluation impartiale du niveau de service.

1. rugosité établie par les essais de frottement : pendule de TRRL, hauteur au sable, profondeur moyenne de texture, coefficient de frottement mesuré par le remorque avec le système ABS ou avec la roue bloquée, ou essai de frottement longitudinale par l'appareil SCRIM.
2. uni longitudinal exprimé par l'indice de rugosité international IRI ou par la nivelation
3. orniérage sous la règle, ou enregistré automatiquement par l'appareil spécial (habituellement l'ARAN).

L'évaluation du niveau de service et de l'état de chaussées peut être réalisée sur la base de l'évaluation des types et de la mesure des dégradations. Le catalogue des dégradations décrit l'apparence et le développement de toutes les dégradations. Elles sont documentées par les images et figures. Un exemple de l'enregistrement dans les formulaires est présenté, de même que la collection des endommagements à l'aide d'un ordinateur, lié au capteur de mesure de distance parcourue, suivi d'un exemple de la présentation graphique et l'évaluation des surfaces endommagées. La nature et la mesure des endommagements sont évaluées par le découpage de la chaussée en tronçons. Les tronçons individuels sont classifiés selon le niveau de service ou par le besoin de l'entretien ou des réparations.

Un autre diagnostic est réalisé pour la détermination de la cause de l'endommagement et pour la proposition de différentes technologies utilisables. Si les endommagements sont structurels, la mesure de la portance par FWD est habituellement réalisée. Elle est suivie par les carottages, les tranches aux endroits sélectionnés afin d'évaluer les couches de la chaussée, le sous-sol et son régime d'eau. Seulement après l'évaluation de ces travaux il est possible de proposer d'une façon efficace l'entretien et la réparation de la chaussée.

Il est possible de proposer la réparation de la surface d'une chaussée sans l'évaluation, s'il agit d'un enduit superficiel ou d'un enrobé coulé à froid. La réparation de la couche de roulement exige déjà l'évaluation de la couche de liaison ou même des couches d'assise. L'étude d'une technologie de recyclage exige la formulation de l'enrobé en utilisant les matériaux existants de la chaussée.

Il existe une série des exemples, où le diagnostic imprécis ou limité a causé l'application des technologies inappropriées, suivie de la courte durée de réparation ou de l'entretien et des réparations conséquentes beaucoup plus chères.

Le Guide « Étude de l'entretien et des réparations des chaussées souples » est en train d'innovation. Après 6 ans, il faut préciser l'utilisation des intervalles des caractéristiques de la serviceabilité et de la portance pour la classification des grades. Les exigences ont été spécifiés différemment, selon la fonction de transport de la route en relation avec la fiabilité de l'étude de dimensionnement de la chaussée et la charge de circulation. A part de ces caractéristiques de la sécurité, de l'économie et du confort de transport, il faut distinguer les causes aussi selon les matériaux utilisés pour la construction des chaussées ou de la couche de roulement. Il faut faire surtout la distinction entre les chaussées avec le revêtement moins durable, où l'entretien est plus fréquent (surface de l'enduit superficiel, ECF ou des macadams pénétrés par le liant), et les chaussées pavées. La précision des valeurs de caractéristiques d'endommagement est provoquée par les limitations budgétaires pour les chaussées à faible trafic.

## **7.2 Réparations et reconstructions des chaussées de béton**

L'entretien, les réparations et les reconstructions peuvent être spécifiés comme suit :

- 1.entretien régulier du remplissage des fissures
- 2.réparations des dégradations du béton à proximité des joints
- 3.réparations des escaliers à coté des joints
- 4.réparations des fissures, des dalles cassées, et des dégradations de surface
- 5.reconstruction, le changement du revêtement en béton dans les tronçons, où la dégradation du béton a été totale, mais la qualité des couches d'assise est acceptable
- 6.couverture du revêtement en béton par les couches bitumineuses

La reconstruction du revêtement par le changement de la dalle en toute son épaisseur est proposée pour les tronçons anciens dégradés, où les réparations locales ne sont plus économiques. La couche d'assise est endommagée habituellement seulement d'une façon locale. Pour la plupart des cas le sol stabilisé par le ciment reste sans aucun dégât même après plus que 30 ans de la circulation.

La reconstruction complète a été réalisé le dernier temps sur les tronçons d'une autoroute au revêtement en béton de ciment, où la réaction silico-alcaline a été détectée. Le revêtement ancien endommagé est remplacé par le revêtement nouveau de béton. Certains revêtements anciens de béton de ciment ont été remplacés pour des raisons variées par les revêtements bitumineux. Le temps jugera, si cette solution était raisonnable.

L'étude de la technologie optimale de la chaussée est réalisée en collaboration avec l'étude de la route. Celle-ci peut prévoir aussi les autres buts, comme par exemple le unification de la surface, l'accroissement de la pente transversale, l'élargissement de la route, les changements du drainage, la création des bandes pour les cyclistes, les trottoirs, etc. La coopération de l'auteur du projet avec la personne qui fait le diagnostic dès la spécification du projet et au cours de diagnostic est importante.

### 7.3 Technologie de l'entretien et des réparations

La technologie la plus efficace est l'entretien opportun de chaque dégradation bientôt après son apparition. La méthode la plus souvent utilisée, c'est *jet patching* ou les enduits superficiels. L'application de ces méthodes permet effectivement prolonger la durée de vie des surfaces de chaussées. Par contre l'utilisation de cette technologie est inopportune pour les autoroutes et les chaussées avec le transport lourd. Il n'est pas possible réparer ainsi les fissures causées par le gel ou par les nids de poules. Les irrégularités de surface augmentent, et la durée de vie de cette réparation est courte.

Parmi les technologies du passé il y a le renforcement et l'élargissement des chaussées. On n'a pas assez d'argent pour ces technologies. Elles sont remplacées par le recyclage de la chaussée en place ou par la reconstruction.

La majorité des technologies de recyclage à chaud et à froid a été testée.

Le recyclage à chaud n'a pas trouvé le grand champ d'application, parce que la composition des enrobés bitumineux est variable même sur les distances courtes des routes. La dégradation la plus importante sur les autoroutes et les routes importantes est l'orniérage. L'impact atteint souvent jusqu'à 180 mm sous la surface de la chaussée. Ces chaussées ne conviennent pas pour le recyclage à chaud.

On prend le recyclage à froid pour la technologie prometteuse. Les technologies avec l'utilisation du ciment et de l'émulsion ont été utilisées même au cours de la reconstruction des autoroutes. Le problème principal de son application sur les routes secondaires est l'utilisation du macadam (granulats 32/63) en plusieurs couches (construites successivement) avec le goudron dans la couche supérieure. Les granulats grossiers sont la cause, pour laquelle la formulation de la couche recyclée sans l'ajout de sable ou sans le concassage des agrégats est difficile. Certaines chaussées se sont dégradées à cause de manque de sable.

La technologie la plus fréquentée est le fraisage des couches supérieures, habituellement jusqu'à la profondeur de 90 à 120 mm, et le répandage de la couche de liaison et de roulement. La profondeur de fraisage est, pour la plupart, donnée par les enrobés inappropriés du point de vue de la résistance à l'orniérage (les couches supérieures sont anciennes couches de roulement avec la teneur en bitume élevée). Les couches de liaison avec la teneur en vides élevée et la quantité importante de gros granulats sont souvent endommagées à cause de la teneur en bitume faible et l'adhésion mauvaise aux granulats.

Le problème important tchèque est l'existence des fissures de retrait et des fissures réfléchies. La nécessité d'appliquer les sels en hiver cause que les fissures représentent l'endommagement grave structurel. Au cours des réparations par le fraisage et le répandage des couches nouvelles, mentionnées ci-dessus, ces fissures sont recouvertes par le géotextile de renforcement (géotextile avec la grille en fibres de verre). La profondeur minimale de l'emplacement du géotextile est de 100 mm sous la surface de la chaussée. Si les fissures sont plus fréquentes (environ 5 m), une membrane de bitume est utilisée, couverte de granulats, d'enrobé coulé à froid avec les fibres ou du géotextile.

Les réparations localisées se réalisent d'une façon habituelle. Afin d'améliorer le confort de passage et la capacité de service des chaussées anciennes, les dénivellations à côté des joints plus grands qu'environ 4 mm sont meulées, ou les dalles avec les dénivellations de plus de 6 mm sont soulevées. Sur les tronçons récemment réparés les goujons sont installés à posteriori dans les joints transversaux entre les dalles, où les dénivellations ont été meulées ou les dalles soulevées.

Le public critique souvent les limitations de la circulation au cours de la réalisation des réparations, surtout sur les autoroutes, qui créent pendant le trafic de pointe les congestions, et causent souvent aussi le nombre élevé des accidents.

## **8. Qualité**

Le Ministère du transport a déclaré à la moitié des années 90 le système de qualité dans le domaine des routes. Le but était d'augmenter la qualité des travaux et des activités pendant les constructions, réparations et l'entretien. Les normes CSN ISO, CSN EN , etc. forment la base de ce système.

Le système de qualité comporte 6 domaines:

1. Etudes
2. Reconnaissance et diagnostic
3. Essais et travaux de laboratoire
4. Réalisation des routes et des travaux de construction
5. Autres produits
6. Introduction des technologies nouvelles

Les régimes de la réalisation sont décrits en détail dans les instructions méthodiques pour chaque domaine. Le domaine des produits est réglementé par la loi et par le décret du gouvernement, dans lequel les spécifications techniques pour les produits dans le génie civil sont présentées.

La Direction des routes et autoroutes, qui est le maître d'ouvrage, exige dans le cadre d'un appel d'offre comme un des documents importants pour la participation, le certificat du système de qualité. L'implantation du système de qualité et sa certification sont obligatoires et nécessaires pour tous les participants à l'appel d'offre du marché de l'État. L'entreprise démontre par le certificat sa compétence professionnelle pour la réalisation des travaux.

Un défaut, qu'il faut éliminer dans le futur proche, c'est le manque de l'implantation des éléments du système de qualité chez le maître d'ouvrage. Un autre défaut est le fait, que les unités d'exploitation des centres de gestion et de l'entretien des routes et autoroutes ne sont pas obligés de démontrer sa compétence professionnelle.

## 9. Système de la réglementation

La réglementation nationale et les recommandations sont divisées dans les domaines suivants :

- juridique: les lois tchèques
- administratif: les décrets du gouvernement  
les instructions du Ministère du transport (MT)
- économique: Cahiers des Clauses Techniques Générales - MT  
Cahiers des Clauses Techniques Spéciales - maître d'ouvrage contrat
- technique: les normes - CSN, CSN ISO, CSN EN  
Conditions techniques et qualitatives (MT)  
Conditions techniques (MT)  
Fiches (sections) types (MT)

La normalisation est influencée par le fait, que la République tchèque est le membre du CEN avec les droits correspondantes. Le „Projet de l'adoption des normes européennes pour les routes“, financé pour la plupart par le Ministère du transport, a été adopté. Le projet est une activité organisée de plusieurs dizaines de professionnels, qui coopèrent avec l'Institut de normalisation tchèque et les organes du CEN. L'adoption des normes de l'UE est un processus exigeant pour des raisons de l'approche différente à la création des normes en UE en comparaison avec les procédés traditionnels d'élaboration des normes tchèques.

Le Ministère du transport publie ses directives, qui représentent une série cohérente des documents mutuellement complémentaires.

Les Conditions techniques et qualitatives sont les règlements de base, qui contiennent les principes des procédés technologiques et des paramètres techniques des technologies principales de génie civil. Elles représentent l'ensemble des demandes concernant la réalisation, le contrôle et la réception des travaux. Elles spécifient les exigences qualitatives sur les matériaux et la construction finie. Elles font une partie du contrat.

Les Conditions techniques sont élaborés pour une gamme vaste des activités, liées aux études, à la construction, à l'entretien et à l'équipement des routes.

Les Fiches types sont les séries des solutions techniques, qui contiennent les principes constructifs et les détails individuels.

L'ensemble des Conditions techniques et des Fiches types est complété en continu et est actualisé sur la base des connaissances nouvelles et vérifiées. Elles sont élaborées selon les besoins du domaine routier, afin d'assurer l'unification, l'économie, la qualité et la sécurité des travaux et des constructions routières. Par rapport aux normes, les conditions techniques permettent l'introduction plus rapide des connaissances nouvelles dans la pratique. Elles peuvent aussi être élaborées d'une façon plus détaillée et complexe.