

SYSTÈME DE SUIVI DE MAINTENANCE EN TEMPS RÉEL

J. PIRINEN

Centre de Développement Économique, Transport Environnement, Région Septentrionale
d'Ostrobotnia, Finlande
jarkko.pirinen@ely-keskus.fi

RÉSUMÉ

Le réseau routier public finlandais, d'une longueur de 78 000 km, est divisé en 81 zones de maintenance contractuelles. Chaque zone possède un superviseur, mais la même personne peut être responsable de plusieurs zones. La supervision demande traditionnellement beaucoup d'heures de travail sur la route. Les contrats doivent être mieux suivis et plus efficacement.

En 2009, il a été décidé d'explorer de nouvelles méthodes de suivi des contrats de maintenance. Parallèlement, la demande concernant le système de suivi de maintenance en temps réel a été complétée par un appel d'offre sur les contrats de maintenance. Grâce à ces systèmes, les superviseurs ont acquis de nouveaux outils.

Ces systèmes de suivi de maintenance en temps réel sont des systèmes internes d'entrepreneur ou des services offerts par les fournisseurs de systèmes. Toutes les informations sont sauvegardées dans les performances et peuvent être visionnées sur la carte via Internet. Les superviseurs ont également un accès limité aux informations des systèmes. Ces systèmes présentent un moyen innovant et intéressant pour que ces informations puissent être exploitées avec des appareils mobiles et via les réseaux sociaux.

Le système de suivi de maintenance en temps réel apporte plusieurs effets positifs pour chaque phase d'utilisation. Il présente également quelques effets négatifs, mais généralement les répercussions positives l'emportent largement sur les répercussions négatives. Ces systèmes ont également modifié les méthodes de travail et la gestion des entrepreneurs. Dans le futur, on pourra également utiliser ce type d'informations pour la gestion de satisfaction clientèle.

1. INTRODUCTION

La longueur du réseau routier public finlandais est de 78 000 km. Il est divisé au niveau national en 81 zones d'entretien et de maintenance contractuelles. La zone d'ouvrage varie selon la longueur de la voirie de 500 à 2300 km routiers. En plus de la longueur de la voirie, les exigences des ouvrages à forfait varient selon les catégories de maintenance, l'environnement de travail (ville ou campagne) et les spécificités des zones. Chaque zone a un superviseur qui est normalement responsable de la zone concernée. Le même responsable de zone peut superviser plusieurs ouvrages sur des zones différentes. Il peut avoir en charge jusqu'à trois ouvrages sur les zones. Les moyens de suivi traditionnels demandent beaucoup de présence sur la route. Le superviseur doit contrôler si l'entrepreneur a déjà commencé l'ouvrage ainsi que les travaux déjà effectués. Actuellement, il y a de moins en moins de responsables de zone même si le nombre de

travaux n'a pas diminué. Pour cette raison, le suivi des travaux doit être amélioré en utilisant plus efficacement les systèmes actuels et en introduisant de nouvelles méthodes de fonctionnement.

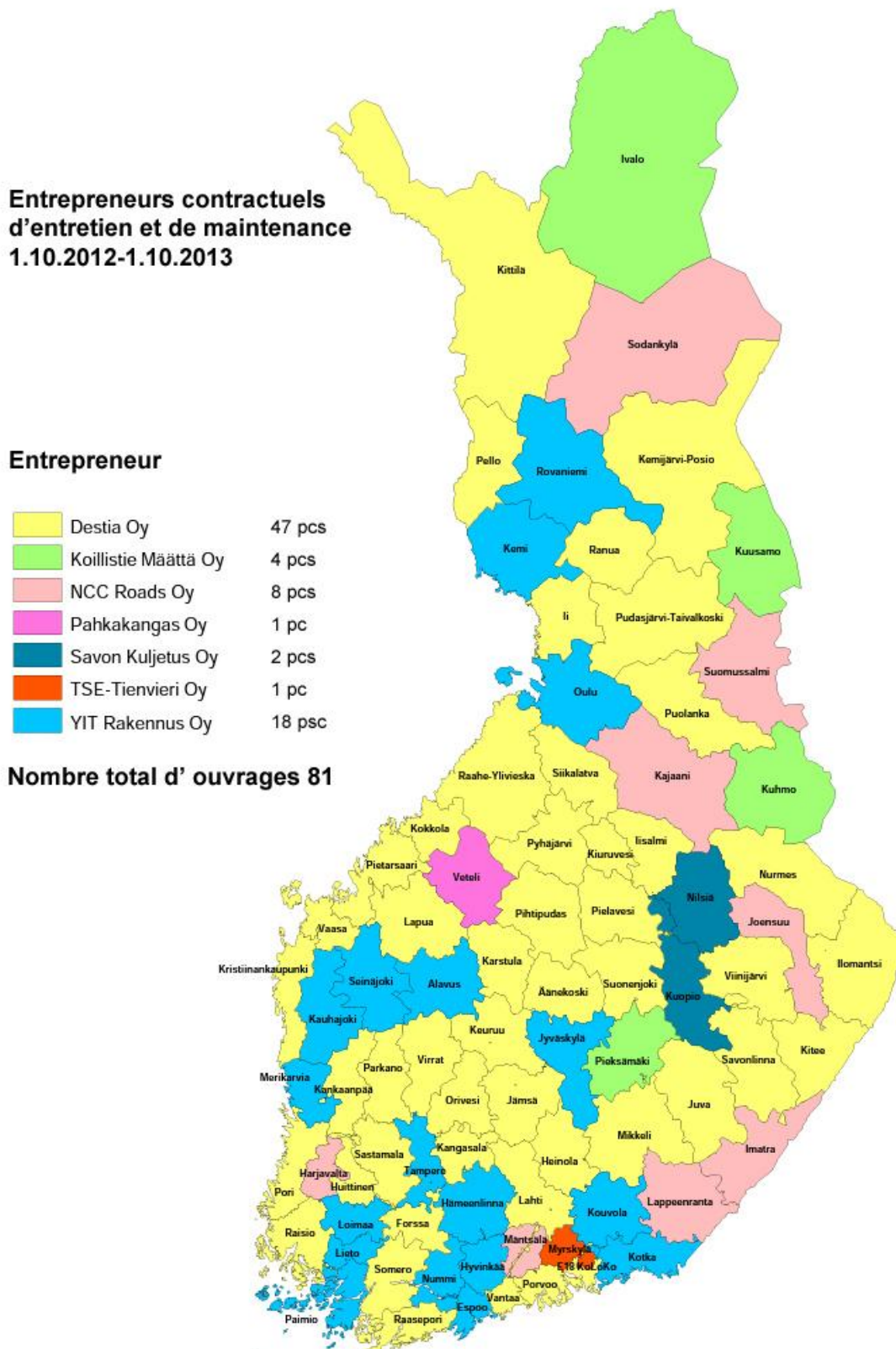


Image 1. Carte des ouvrages sur les zones d'entretien et de maintenance [1].

En plus de la supervision des travaux, il faudra améliorer la transmission des informations. Ces informations sont actuellement échangées par téléphone et par courrier électronique.

Les superviseurs passent donc la plupart de leur temps de travail à régler les affaires par téléphone, à lire les courriers électroniques et à répondre aux messages. Les feed-back des clients sont recueillis par l'Agence de Transport finlandaise (Liikennevirasto) via une ligne spéciale destinée aux utilisateurs de la route. Ces feed-back seront transmis aux superviseurs et aux entrepreneurs.

2. INTRODUCTION DU SYSTÈME EN TEMPS RÉEL

En 2009, il a été décidé d'explorer de nouvelles méthodes de suivi des ouvrages d'entretien et de maintenance sur les zones. Le maître d'ouvrage et notamment les superviseurs des ouvrages devaient connaître / constater les lieux des travaux. Selon plusieurs d'entre eux, le maître d'ouvrage devait disposer d'un système grâce auquel les différentes parties pouvaient suivre et documenter ces travaux.

L'Agence de Transport finlandaise (en 2009, la Direction des Ponts et Chaussées) utilisait le système AURA pour suivre les informations de base des contrats ainsi que les mesures prises et leur quantité. Le système fournissait des rapports pour la planification de la maintenance routière ainsi que des rapports de suivi [2]. Une partie des informations contenait les données des lieux, mais le système ne reportait pas directement ces données sur la carte.

En 2009, il fut constaté que la Direction des Ponts et Chaussées n'avait pas le temps ou d'autres ressources nécessaires pour créer, sur la base d'AURA ou d'un autre système, un système de suivi pour les maîtres d'ouvrage. A l'époque, il existait sur le marché deux sociétés proposant le suivi des travaux (avec les coordonnées des lieux) aux entrepreneurs. Il est venu l'idée d'acheter le suivi des travaux en temps réel dans l'ouvrage et procurer ainsi les informations demandées par le maître d'ouvrage via le système de l'entrepreneur. En plus, certains entrepreneurs utilisaient déjà un système similaire pour leurs propres besoins, mais le maître d'ouvrage ou les superviseurs n'avaient pas accès au système en question. Les systèmes du maître d'ouvrage contiennent maintenant des interfaces ouvertes via lesquelles l'entrepreneur peut fournir les informations nécessaires à partir de son propre système au maître d'ouvrage.

La même année (2009), on a ajouté en Finlande du Nord pour les appels d'offre concernant les ouvrages d'entretien et de maintenance sur zones une condition selon laquelle l'ouvrage devait être assisté par un système de suivi en temps réel. Le maître d'ouvrage ou son représentant, par exemple un agent de contrôle, devait également avoir accès aux informations. Il ne devait pas disposer de toutes les informations du système mais avoir accès à une description des données souhaitées. L'appel d'offre contenait une liste des travaux à suivre pour l'ouvrage ainsi que les conditions spécifiques du système.

Tableau 1. Questions présentées dans le système de suivi en temps réel [3].

Entretien hivernal	Entretien estival
Déblaiement de neige ou de neige fondante	Balayage
Salage	Fauchage mécanique
Sablage partiel de la chaussée	Débroussaillage mécanique
Sablage complet de la chaussée	Aplanissement des routes en gravier
Nivellement de surface	Dépoussiérage des routes en gravier
Nettoyage des panneaux de signalisation	Aplanissement des routes en gravier
Réduction des bancs de neige	Colmatage des revêtements

Prévention des effets négatifs des eaux de fonte	Travaux de soudage des revêtements
	Nettoyage des ponts

L'appel d'offre [3] stipulait que le système devait être opérationnel sur les routes nationales et régionales au début de l'ouvrage. A partir de la deuxième année, le système était également appliqué aux autres routes. Il n'était pas obligatoire d'enregistrer dans le système les travaux mineurs et les travaux effectués par les sous-traitants dans le système. En plus des mesures d'entretien, le système devait indiquer les inspections de voirie effectuées par l'entrepreneur. L'appel d'offre contenait également les pénalités appliquées dans le cas où le système ne serait pas effectif.

Tableau 2. Conditions du système en temps réel [3].

Forme de présentation technique	Les derniers travaux effectués doivent être visibles sur une carte interactive, claire et avec zoom.
	Les travaux effectués doivent être repérés par une couleur différente.
	Les travaux doivent également figurer sur une liste indiquant le début, la fin et le lieu des travaux.
	L'utilisateur doit pouvoir parcourir la liste et la carte selon l'adresse de la route, la date, l'heure et les travaux effectués.
Conditions temporelles	Les travaux doivent être visibles pour le maître d'ouvrage dans les 2 heures suivant le début des travaux.
	Si les moyens de communication ne peuvent pas raisonnablement être disponibles dans les 2 heures, les informations sur les travaux seront enregistrées dans le système de suivi au plus tard dans un délai 6 heures.
	En cas d'entretien estival, les informations doivent être enregistrées dans le système le jour ouvrable suivant.
	Les travaux doivent rester visibles dans le système au moins pendant un an après la fin des travaux
	Les informations doivent rester disponibles dans les archives pendant toute la durée d'ouvrage et 3 ans après la fin de l'ouvrage.

3. DIFFÉRENTS SYSTÈMES

Les appels d'offre d'entretien et de maintenance contenaient une condition selon laquelle l'entrepreneur devait disposer d'un système de suivi en temps réel. Ces systèmes appartenaient soit aux entrepreneurs soit aux fournisseurs de système.

Au début, les entrepreneurs disposaient de trois systèmes différents dont un système propre à l'entrepreneur partiellement intégré et deux systèmes partiellement personnalisés achetés aux fournisseurs de service.

Dans ces systèmes, les informations de base contenant les coordonnées des lieux étaient transmises à partir des véhicules d'entretien. Toutes les informations étaient enregistrées dans une base de données où les informations pouvaient être visionnées grâce à un navigateur. Les informations contenant les coordonnées des lieux étaient transformées et

retranscrites sur la carte. Les superviseurs d'ouvrage disposaient d'un accès limité à toutes les informations du système. Les systèmes en temps réel en question étaient aussi utilisés pour les besoins propres de l'entrepreneur, par exemple pour la gestion de budget, des projets et des sous-traitants. La plupart du temps les données demandées par le maître d'ouvrage représentaient une infime partie de toutes les informations du système.

Les systèmes des entrepreneurs contenaient une partie des fonctionnalités exigées dans l'appel d'offre, et ces nouvelles exigences étaient ajoutées ultérieurement. Grâce à ces systèmes, l'entrepreneur pouvait suivre ses propres véhicules d'entretien. Les mesures prises dans les véhicules étaient enregistrées et transmises aux serveurs. Il n'était pas obligatoire d'enregistrer tous les travaux dans le terminal, les appareils de commande de véhicule fournissant directement ces informations. Le coût des appareils de suivi et leur montage dans les dispositifs était pourtant élevé. Le système devait afficher également les véhicules d'entretien des sous-traitants. Pour des questions budgétaires, il n'était donc pas raisonnable d'intégrer le système aux véhicules. Ce système utilisait également un logiciel obsolète difficilement adaptable aux conditions actuelles. A l'époque, il existait peu de programmeurs spécialisés pour ce logiciel à un prix raisonnable. Les entrepreneurs remplaçaient ce système par un système disponible sur le marché en l'adaptant à ses propres besoins.



Image 2. Vue de l'intérieur du camion avec l'appareil de commande installé dans l'habitacle [4].

Il y avait sur le marché également deux fournisseurs de logiciel offrant un système de suivi en temps réel. Selon leur principe de fonctionnement, les véhicules d'entretien ou autres véhicules étaient équipés d'un terminal transmettant les informations aux serveurs. Les informations étaient ensuite traitées sur le serveur et visibles via les pages Internet en fonction des besoins. L'entreprise de gestion offrait un service global et l'entrepreneur n'avait plus besoin de se soucier de l'informatique. Etaient utilisés comme terminaux principalement les téléphones mobiles, en plus des ordinateurs portables et des claviers individuels. La localisation des données était effectuée par GPS. Actuellement, la localisation est souvent intégrée d'office dans différents appareils comme les téléphones

portables. La mise en service du système est facilitée par un prix relativement faible et une installation facile des terminaux.

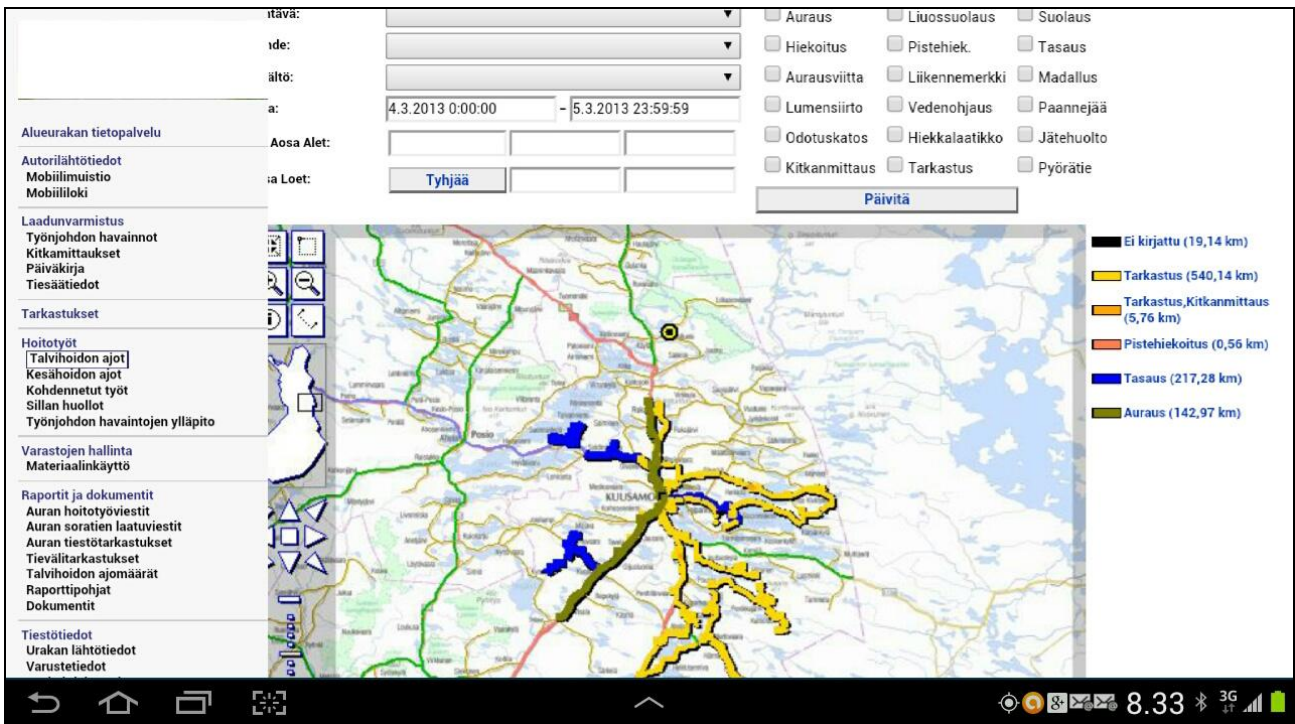


Image 3. Vue d'un écran du système en temps réel commercial

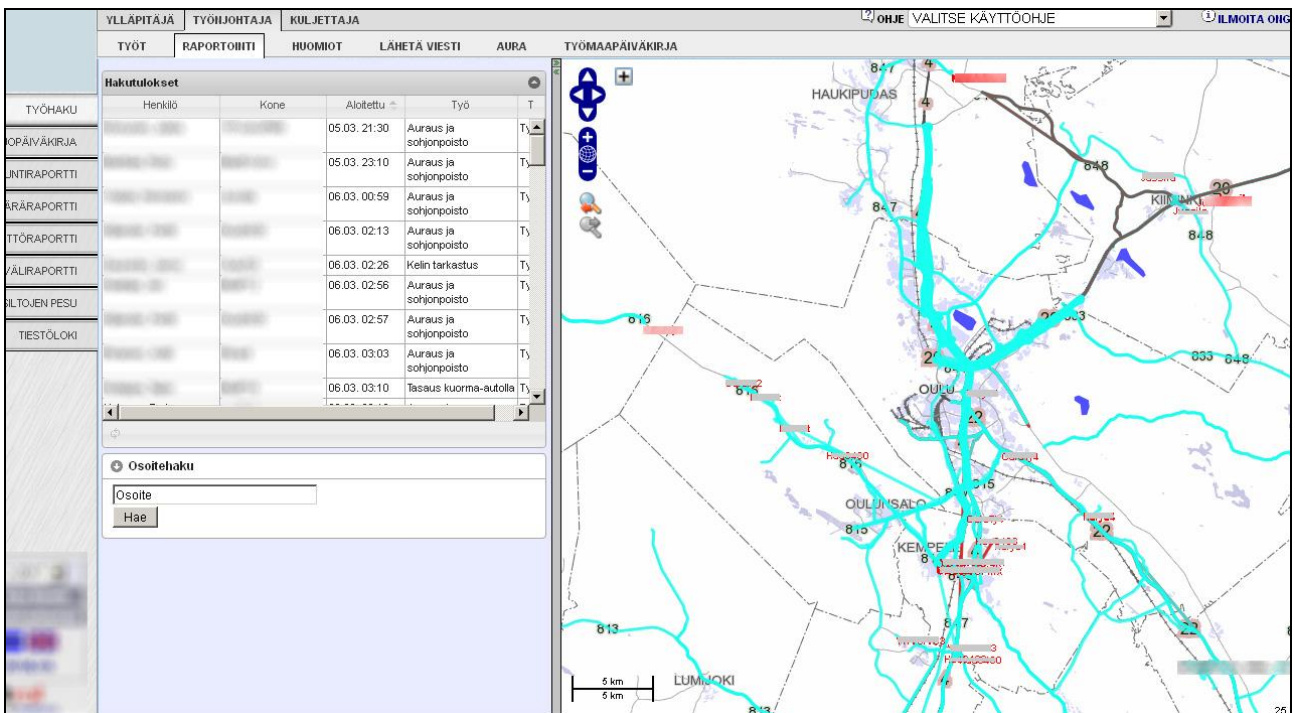


Image 4. Vue d'un autre écran du système en temps réel commercial

Même si ces systèmes prêts à l'emploi sont disponibles sur le marché, les entrepreneurs souhaitent souvent les adapter à leurs propres besoins. En plus des interfaces de carte, les entrepreneurs disposent éventuellement d'autres écrans pour les mesures de qualité, les rapports, la gestion des matériaux etc. La plupart du temps, ces modifications ne concernent pas directement le maître d'ouvrage mais aident l'entrepreneur dans la gestion

des ouvrages. Au cours du développement de ces systèmes, les entrepreneurs ont également intégré de nouvelles propositions pouvant améliorer la coopération.

4. EXPÉRIENCES, AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS

Avant l'introduction des systèmes en temps réel, les maîtres d'ouvrage et les entrepreneurs s'interrogeaient sur la rentabilité de ces systèmes. Les opinions étaient très divergentes. Pour certains, ces systèmes étaient coûteux, peu rentables et d'utilisation laborieuse pour toutes les parties. D'autres considéraient que ces systèmes étaient utiles, mais pas assez avantageux pour les différentes parties. D'autres pensaient que ces systèmes pouvaient améliorer la rentabilité pour les maîtres d'ouvrage et les entrepreneurs. Les entrepreneurs n'étaient pas non plus unanimes, craignant que les systèmes ne soient pas équitables pour tous les entrepreneurs. Les opinions des différents acteurs ont été recueillies via des entretiens individuels, des discussions et des questionnaires.

4.1 Avantages

Les entretiens, discussions et questionnaires ont révélé que les parties concernées n'étaient pas d'accord sur les avantages des systèmes en temps réel. Les avantages variaient selon les utilisateurs. En plus, ces avantages pouvaient être liés à un élément important ou à un détail minime. Ci-dessous sont présentés quelques avantages ressortis des entretiens.

Avantages généraux :

- Les systèmes en temps réel présentent plusieurs effets positifs à chaque niveau d'utilisation (maître d'ouvrage – agent – entrepreneur – sous-traitant – usager de routes).
- La gestion de qualité à chaque niveau.
- Plus de transparence pour les différentes parties.
- La gestion globale de la question au lieu d'une analyse sectorielle.
- La gestion de variabilité négative de la qualité (les économies d'investissement).
- Le traitement des réclamations en dommages et intérêts (les informations restent disponibles dans le processus de réclamation pendant et après l'ouvrage).
- Les opérations sont plus précises et robustes.
- Moins de feed-back des clients.
- Plus besoin de rapports séparés sous format papier ni d'en tirer des résumés.
- Les informations sont disponibles directement sur le site.

Avantages facilitant les travaux de l'entrepreneur :

- L'entrepreneur dispose d'un outil pour la conduite des travaux (gestion des travaux des sous-traitants, facturation, suivi, observation).
- La simplification des réponses aux feed-back des clients.
- Le transfert automatique des données diminue la gestion manuelle.
- Les rapports sont transmis directement aux systèmes du maître d'ouvrage.
- L'entrepreneur peut ajouter des remarques et des observations aux images avec l'adresse du registre routier ce qui facilite la conduite des travaux.
- L'entrepreneur peut suivre la quantité de travail ou les matériaux.

- Grâce aux informations du suivi ou de l'historique en temps réel, l'entrepreneur peut contrôler la situation surtout en période hivernale et gérer l'équipement en cas de besoin.
- L'entrepreneur peut suivre les mouvements de l'équipement et ainsi planifier la conduite des travaux grâce aux contrôles de la voirie.
- L'entrepreneur peut rechercher ultérieurement les travaux effectués.
- L'entrepreneur peut localiser le site facilement avec l'adresse du registre routier.
- L'entrepreneur peut effectuer les divers inventaires.
- L'entrepreneur peut facilement utiliser cet outil pour la messagerie.

Avantages pour le maître d'ouvrage :

- Le maître d'ouvrage peut plus facilement programmer les contrôles et transmettre des feed-back de qualité aux entrepreneurs avant que la qualité ne se détériore entraînant des pénalités (par exemple les travaux liés aux certains délais).
- Le maître d'ouvrage peut effectuer une enquête de situation à partir d'un ordinateur.
- Le maître d'ouvrage peut évaluer la situation globale plus rapidement et plus facilement.
- Moins de visites sur le terrain (possibilité d'évaluer des points de contrôle éventuels).
- La simplification des réponses aux feed-back des clients.
- La facilitation de la coopération avec les agents de contrôle.
- Un outil unique pour évaluer la pénalité (la situation à un moment donné).
- Le maître d'ouvrage peut visualiser les itinéraires de contrôle des agents et le contrôleur du maître d'ouvrage peut utiliser ces informations lors de ses propres itinéraires de contrôle.

4.2 Inconvénients

Comme pour les avantages, les entretiens, discussions et questionnaires ont démontré que les parties concernées n'étaient pas unanimes sur les inconvénients des systèmes en temps réel. Généralement on peut considérer comme un inconvénient le coût de la mise en place des systèmes et de leur coût d'utilisation. l'impact des coûts devrait être ciblé sur l'ouvrage de la zone en question. Les conséquences des coûts dépendent largement de la méthode de procurement des systèmes. Les coûts du système peuvent être soit au forfait, soit unitaire. En plus d'un volume plus important, une grande entreprise peut supporter des coûts de coordination et d'intégration des systèmes. Les entreprises plus petites peuvent avoir plus de facilités à mettre les systèmes en place, s'il ne possèdent pas d'autres systèmes. Nous avons regroupé ci-dessous d'autres inconvénients recueillis lors des entretiens et qui ne sont pas liés aux coûts de système.

Inconvénients généraux :

- Une partie des personnes interrogées souhaitent que le système soit encore plus proche du temps réel (sans le décalage de quelques heures).
- Les perturbations temporaires dans les systèmes et les connexions informatiques.

Inconvénients rendant les travaux de l'entrepreneur plus difficiles :

- L'imprécision et la lenteur de la recherche pour trouver la bonne adresse du registre routier.
- La formation de nouveaux utilisateurs peut être difficile même si les logiciels sont simples à utiliser (installation du logiciel, accompagnement personnalisé pour l'utilisation).

- Les applications des fournisseurs de service ne suivent pas l'évolution des téléphones (seuls certains modèles sont compatibles).
- Les fournisseurs de service ne développent pas toujours les logiciels assez vite en fonction des besoins des utilisateurs.

Inconvénients supportés par le maître d'ouvrage :

- La validité et l'insuffisance des informations (l'entrepreneur ne fait pas toujours attention aux informations envoyées).
- Le système n'indique pas toujours la qualité véritable (par exemple si la fauchage a été effectué correctement).

4.3 Expériences

En général, les effets positifs du système en temps réel l'emportent sur ses effets négatifs. Les systèmes ont amélioré les méthodes de fonctionnement et de gestion pour les entrepreneurs. Comme dans le passé, le nouveau mode de fonctionnement demande un certain temps d'assimilation et d'adaptation mais cela se fait relativement vite. En général, il est intéressant de constater qu'avant la mise en place des systèmes on pensait que les inconvénients seraient plus nombreux.

Selon les entrepreneurs, le système facilite la conduite des travaux dans la gestion des équipements et des sous-traitants. Ces systèmes contiennent aussi d'autres spécificités qui facilitent la conduite de travaux habituels comme la gestion du paiement des travaux. Selon plusieurs personnes interrogées, le système diminue la quantité de papier dans les bureaux et simplifie le processus de travail. Les employés des entrepreneurs trouvent que le système est facile à utiliser une fois qu'ils ont bénéficié de l'accompagnement personnalisé pour l'utilisation de l'équipement. Pour certains, l'introduction du système était plus facile que pour d'autres. Pour plusieurs, ces systèmes sont devenus une base routinière de travail et ils ne pourraient plus s'en passer.

Les superviseurs trouvent que le système ouvre de nouvelles possibilités pour la surveillance des ouvrages. Ils peuvent plus facilement cibler leurs itinéraires de contrôle sur les zones d'ouvrages et modifier plus facilement les résultats des travaux effectués avant la fin des travaux sur toute la région. Le résultat final est souvent meilleur lorsque la qualité des travaux a pu être rectifiée à temps. En même temps l'entrepreneur subit moins de pénalités puisque les travaux sont conformes avant la fin de la phase de travail. Les superviseurs ont pu également profiter du système de suivi dans la réalisation des travaux, le succès de routage et la programmation des travaux.

Les agents de contrôle ont pu profiter des systèmes en temps réel et utiliser les informations nécessaires lors de leurs propres itinéraires de contrôle et d'analyse. Ainsi, les agents ont obtenu de meilleurs résultats et le maître d'ouvrage des économies de frais de déplacement.

En 2011, les appels d'offre concernant les ouvrages effectués sur les zones ont été complétés par une exigence selon laquelle les entrepreneurs devaient utiliser un système de suivi en temps réel. Il semble qu'actuellement, ces systèmes de suivi font toujours partie des ouvrages effectués sur les zones d'entretien et de maintenance.

5. POSSIBILITÉS

Même si les superviseurs peuvent améliorer leur fonctionnement grâce à ces systèmes en temps réel, ce système reste un système parmi d'autres. Afin qu'on puisse en développer la programmation et l'efficacité, on devrait pouvoir utiliser ce système en temps réel dans d'autres systèmes. Les informations devraient être perfectionnées afin que les superviseurs puissent fournir les données nécessaires facilement et rapidement. Les mêmes données devraient être disponibles également pour d'autres utilisateurs comme la direction sous une forme plus concise.

Actuellement, les systèmes en temps réel sont intégrés dans les systèmes de l'entrepreneur, disponibles pour le maître d'ouvrage. Les informations devraient être transmises directement au maître d'ouvrage. Les entrepreneurs devraient également disposer des informations de base, ces systèmes assurant d'autres activités opérationnelles. Les informations souhaitées pourraient être transmises via l'interface d'un logiciel au système du maître d'ouvrage. Le système du maître d'ouvrage pourrait ensuite transformer ces données pour leur utilisation ultérieure dans différentes destinations. Actuellement, la Finlande ne dispose pas d'un tel système. L'Agence de Transport finlandaise dispose pourtant des systèmes qui seraient théoriquement exploitables pour la transmission des informations, mais la réalisation de ce projet serait d'une grande envergure. Les services clients des centres de trafic routier pourraient également profiter de ces informations afin de communiquer aux clients les différentes phases de travaux. Les utilisateurs du réseau routier peuvent par exemple se soucier de déblaiement des routes même si le véhicule de déblaiement est à une distance de 10 km.

Ce type de système ouvre de nouvelles possibilités intéressantes pour la supervision. Les smartphones et les tablettes sont actuellement performants et leurs écrans suffisamment grands. Ils peuvent également être commandés par claviers tactiles. Grâce à la connexion 3G, les appareils modernes permettent l'accès aux systèmes sur le terrain. Le superviseur peut ainsi changer ses propres itinéraires de contrôle en cas d'observations anormales. Cette fonction est utile surtout en hiver lorsque les conditions changent relativement rapidement et que les opérations des ouvrages dépendent de ces conditions. Les rapports peuvent être rédigés et transmis sur place via les équipements mobiles.



Image 5. Tablette dans le véhicule du responsable régional

Les données des systèmes peuvent être utilisées aussi via les réseaux sociaux comme Google+ et Facebook. Les réseaux sociaux peuvent être utilisés soit dans le fonctionnement interne de l'ouvrage ou publiquement. Les réseaux sociaux facilitent le partage des informations, ces données étant transmises à plusieurs acteurs en même temps au lieu du partage traditionnel où ces données étaient transmises aux divers acteurs individuellement. Les réseaux sociaux peuvent être utilisés par le public pour la gestion de la satisfaction clientèle. Cela exige pourtant des compétences interactives afin de garantir les effets positifs souhaités. Dans quelques cas, de petits échecs de communication peuvent engendrer une réaction négative de grande envergure.

Les réseaux sociaux peuvent, dans le fonctionnement interne de l'ouvrage, faciliter le partage des informations et diminuer le besoin d'autres formes de partage, comme les courriers électroniques et les appels téléphoniques. Le Centre de Développement Économique, Transport et Environnement de la Région Septentrionale d'Ostrobotnia a utilisé Google+ et Facebook dans les différents ouvrages (opérations dirigées par Markku Tervo). Les réseaux sociaux ont été testés pour des ouvrages de style différent comme les ponts, les investissements, les revêtements et la maintenance.

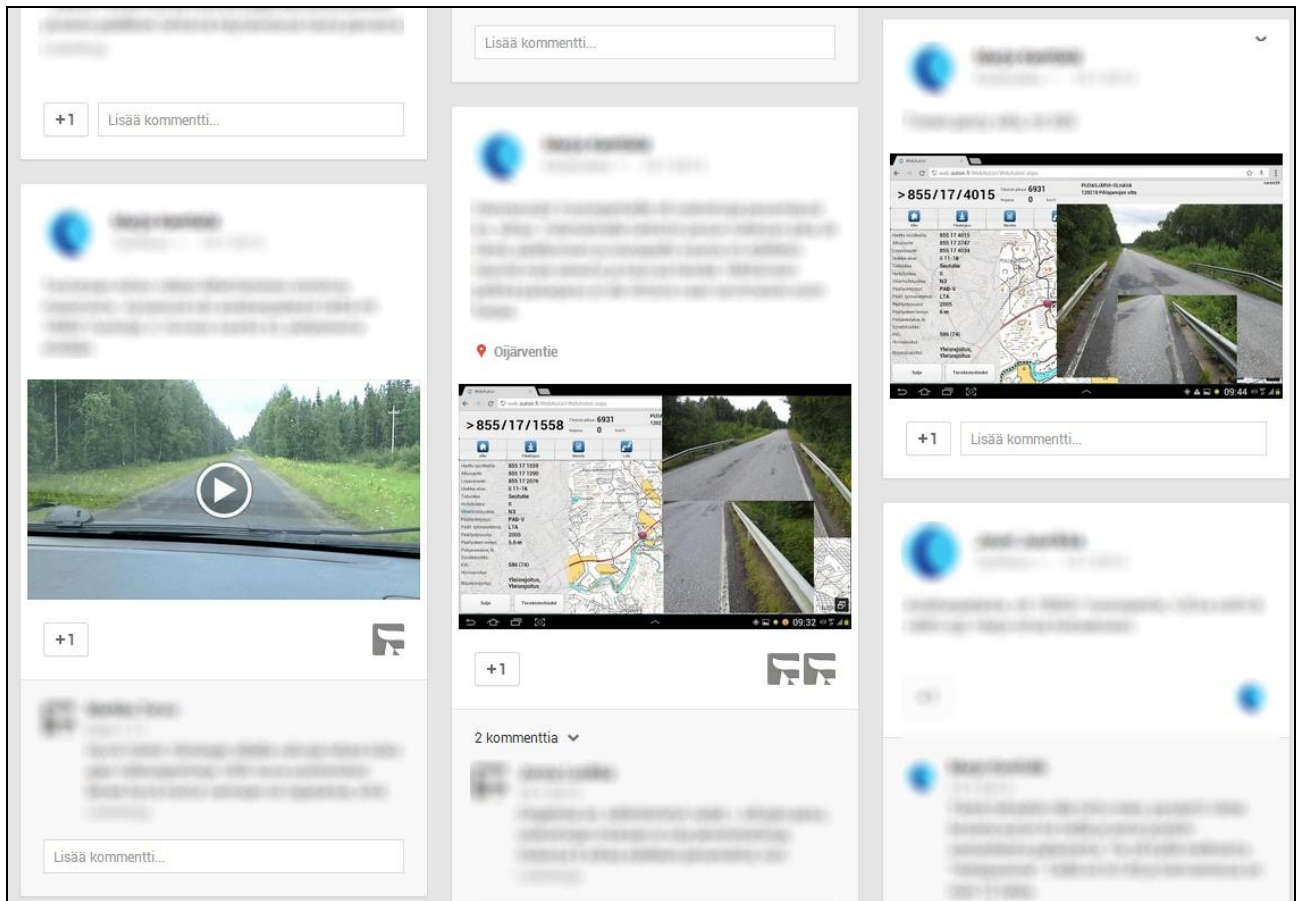


Image 6. Communauté Google+

L'utilisation des réseaux sociaux est très pratique pour la réalisation des rapports. Les explications, les commentaires et surtout les images peuvent être facilement distribués à toutes les parties concernées. Les maillons de messagerie ne sont pas ainsi coupés comme c'est le cas parfois dans la messagerie électronique, et toutes les parties (superviseur, remplaçant du superviseur, contremaître, conducteur de travaux, chef de chantier) sont informés de la situation. Les réseaux sociaux peuvent également remplacer les rapports traditionnels hebdomadaires et mensuels puisque les rapports sont transmis via les réseaux sociaux en temps réel.

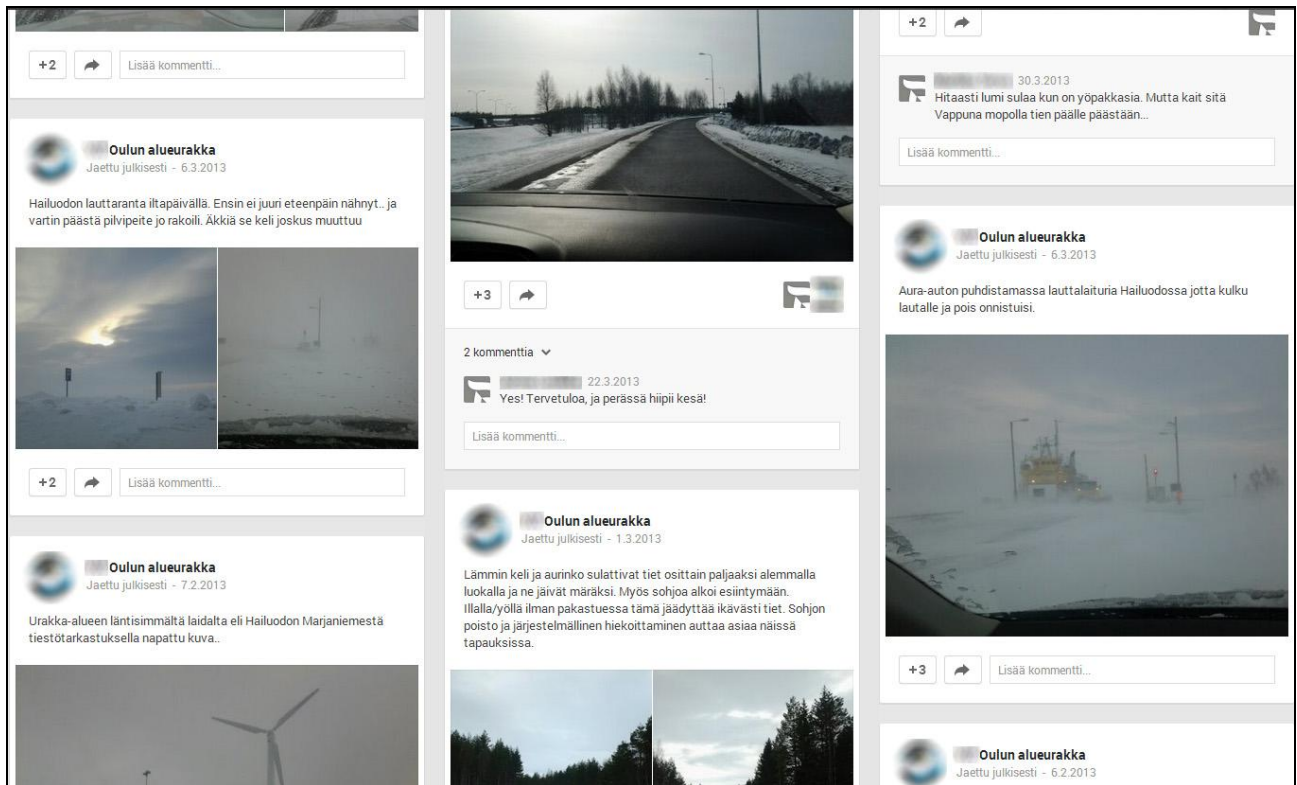


Image 7. Discussion Google+

6. CONCLUSIONS

En conclusion, nous considérons que l'utilisation de ces systèmes en temps réel peut améliorer le fonctionnement des ouvrages. En plus des avantages, les systèmes présentent également quelques inconvénients, mais la majorité des personnes interrogées considère que ces systèmes sont utiles, et que les avantages l'emportent ainsi sur les inconvénients.

Même si ces systèmes en temps réels soient utiles, selon plusieurs personnes interrogées, ils peuvent encore être améliorés. Grâce à l'utilisation des systèmes, il y a eu de nouvelles idées de développement concernant les systèmes eux-mêmes ainsi que leur développement. Les systèmes ont également engendré de nouveaux modèles de fonctionnement et de gestion.

Les systèmes en temps réel ont donné l'idée de développer d'autres fonctions grâce au développement d'équipements techniques et de logiciels. Les réseaux sociaux représentent un moyen intéressant d'élargir l'utilisation des ces systèmes. Les nouveaux équipements, comme les smartphones et les tablettes ainsi que les réseaux à bande large mobile, ouvrent de nouvelles possibilités d'utilisation dans le fonctionnement de la maintenance routière mobile.

RÉFÉRENCES

1. Agence de Transport finlandaise. Image sur les ouvrages de zone 1.10.2012-1.20.2013. <<http://www.elykeskus.fi/documents/10191/57374/Teiden+hoidon+ja+yll%C3%A4pidon+alueurakoitsijat+1.10.2012-1.10.2013.pdf/dac96027-10a2-4fe1-88ea-b9bb658c5831>>

2. Agence de Transport finlandaise, page Web Finnranet, système Aura.
<<https://extranet.liikennevirasto.fi/extranet/>>
3. Administration des Routes finlandaise (2009). Ouvrages de zone d'entretien et de maintenance, 19/01/2009, conditions d'ouvrage contractuelles. Ouvrage de zone d'entretien et de maintenance de Raah-Ylivieska 2009-2016
4. Tolonen Toni. Image Vue de l'intérieur du camion.