

Ostermann Rail Consult
Consultant - Calculs - Assistance



*Étude comparative de systèmes de fixation
de rails pour voie de grue*



Sommaire

- | | | |
|----|------------------------|---------|
| 1. | Avant-propos | page 2 |
| 2. | Énoncé des questions | page 2 |
| 3. | Réponses aux questions | page 3 |
| 4. | Conclusions | page 9 |
| 5. | Annexe 1 | page 10 |

12 mars 2015

Ostermann Rail Consult
Services consultatifs - Calculs -
Assistance



Bikolaan 34
4105 GH Culemborg, Pays-Bas
+31 (0)345 51 53 24
+31 (0)6 36 50 63 00
ton.ostermann@online.nl

1. Avant-propos

Le présent rapport se fonde sur mes années d'expérience et mes connaissances pratiques en matière de voies de roulement de grue et de voies industrielles. Je suis entré au service de Railbouw Leerdam en 1977, au service des voies de roulement pour grue.

À compter de cette époque, le transbordement des marchandises s'est effectué de plus en plus par conteneurs et le transbordement de marchandises au détail est devenu de moins en moins fréquent. Des grues plus grandes et plus lourdes sont apparues sur les quais et les charges par roue sont devenues de plus en plus importantes.

J'ai participé, entre autres projets, à la conception et à la construction du terminal Delta d'ECT sur le parc industriel *Maasvlakte 1* (Plaine de la Meuse) du port de Rotterdam.

Mon dernier grand projet a été la conception et la réalisation du terminal RWG sur le parc *Maasvlakte 2*.

Mon entreprise a été priée par la société edilon)(sedra d'effectuer une étude comparative sur 2 types de systèmes de rails de grue.

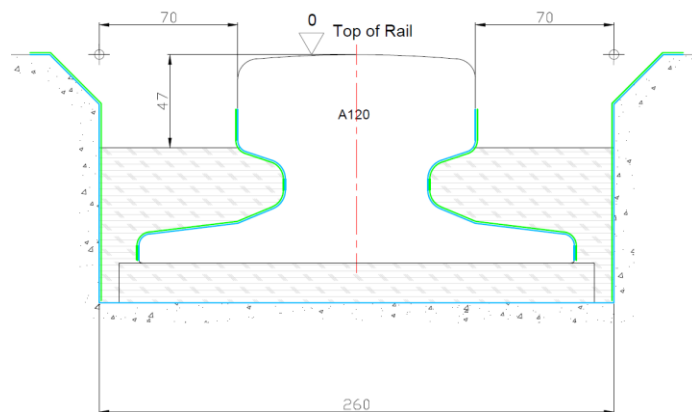
2. Énoncé des questions

- a. Quelles sont les différences caractéristiques entre les systèmes de voies de roulement de grue et quels sont leurs avantages?
- b. Quelles sont les différences en termes de coûts de réalisation entre les deux systèmes de voies de roulement de grue?
- c. Quelle est la comparaison des coûts entre les deux systèmes de voies de roulement de grue, pour une durée d'exploitation de 30 ans?

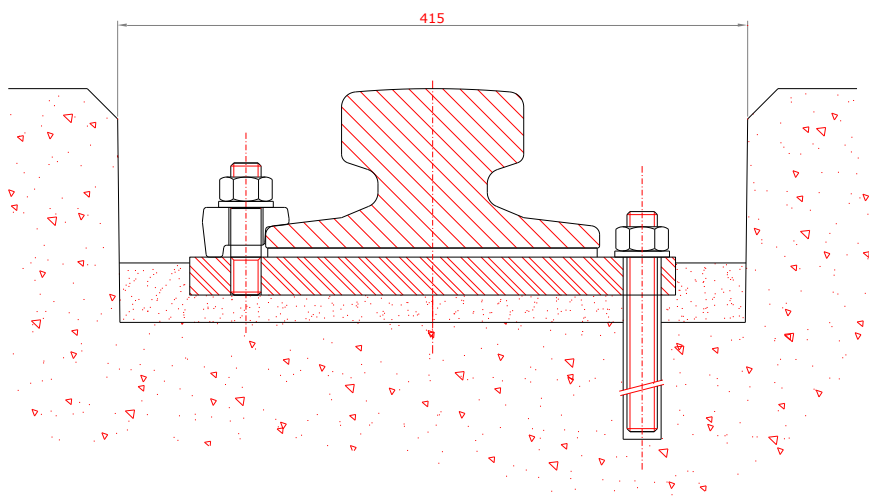
3. Réponses aux questions

3.1. Description générale des systèmes

a. Système de voie de grue entièrement noyé CRS d'edilon)(sedra (*Cane Rail System*, rail noyé pour voie de grue), le rail étant fixé dans une engravure (généralement en béton) sans aucun élément de fixation en acier. Cette opération s'effectue au moyen d'une masse élastomère bicomposante et polymérisante à couler : Corkelast M-95, d'edilon)(sedra. Ce système est présenté ci-dessous en coupe. Grâce à l'aptitude initiale à la coulée de la masse Corkelast, ce système peut s'utiliser avec tout type de rail.



b. Solution conventionnelle (par exemple le système Gantrex/Gantry) avec système de fixation latérale, souple et réglable des rails, avec comme variante le système plus simple de fixation des rails, fixe et non réglable. Le dessin ci-dessous présente la structure de ce type de système. Il s'agit ici d'une représentation du système (séparation depuis l'axe) à la hauteur de l'élément de serrage et à la hauteur de la section du système entre les deux. Entre 2 éléments de serrage, généralement à une distance entre axes de 600 ou 750 mm, se trouvent les éléments d'ancrage reliant la semelle continue au béton qui se trouve en-dessous.



3.2. Différences caractéristiques entre les systèmes de voies de grue et avantages de ces systèmes.

a. Nombre d'opérations à effectuer lors de la réalisation :

Les descriptions des travaux indiquées plus haut montrent que le nombre d'opérations à effectuer durant la mise en œuvre est nettement moins important dans le cas du système edilon)(sedra.

Nous prenons comme exemple la réalisation d'une voie de roulement de grue de 300 mètres (2 x 300 mètres de rails de grue). Les délais de mise en œuvre standard sont grosso modo :

- | | |
|----------------------------------|------------|
| - voie de grue CRS edilon)(sedra | 2 semaines |
| - solution conventionnelle | 5 semaines |

b. Impact des conditions météorologiques lors de la mise en œuvre :

Le système edilon)(sedra est plus sensible aux conditions météorologiques durant sa mise en œuvre (pluie et températures).

Pour cela, des moyens professionnels sont toutefois disponibles, qui limitent le risque de dépassement du calendrier prévu pour les travaux.

Attention : si, pour le système conventionnel, le matériau coulé est en époxy, des mesures doivent être prises, là aussi, en cas de pluie.

c. Perçage des éléments d'ancrage :

Dans le cas d'un système conventionnel, les trous d'ancrage sont / ont été percés dans le béton de manière standard à l'aide d'outils à air comprimé.

Ceci entraîne un risque très réel de nécessité de perçage au diamant (si l'on rencontre des armatures de béton), ce qui peut entraîner un retard sur le calendrier des travaux et une augmentation des coûts pour le client.

Par ailleurs, dans un avenir très proche, des mesures spécifiques devront être prises du fait des particules fines qui se libèrent au perçage effectué à l'aide d'outils à air comprimé. En solution de remplacement, il est possible de percer avec un outillage électrique muni d'un dispositif d'aspiration. Ceci prend cependant plus de temps que le perçage pneumatique.

d. Résistance au trafic :

La largeur requise de l'engravure de béton est nettement inférieure pour le système edilon)(sedra. Sans considération du type de rails à utiliser, l'engravure peut être plus étroite d'environ 155 mm.

Ceci joue en faveur de la sécurité, lors du passage sur la voie de roulement.

Par ailleurs, le fait que la construction, grâce à ses caractéristiques, résiste au passage d'autres transports (lourds) est très avantageux. Cette possibilité peut offrir d'importants avantages logistiques pratiques, en matière d'utilisation et de répartition du terrain.

h. Méthode de réparation :

Auparavant, les réparations du système edilon)(sedra prenaient beaucoup de temps, mais edilon)(sedra a désormais développé une méthode professionnelle assurant des réparations rapides et efficaces.

Cette méthode utilise des jets d'eau sous très haute pression.

e. Détérioration des rails de grue :

Dans le cas de l'engravure plus étroite de la voie de grue CRS edilon)(sedra, le risque de détérioration du rail de grue, suite à l'accrochage par un stabilisateur de camion de terminal, est quasiment nul.

Ce n'est pas le cas pour le système conventionnel. Ceci est dû au fait que l'engravure est plus large et que le rail peut se trouver à un niveau plus élevé au fil des années, du fait de la diminution de l'efficacité des éléments de serrage de rails souples.

f. Diffusion de bruits :

Du fait de l'effet absorbant du système edilon)(sedra, le passage des grues produit moins de vibrations et de bruit.

Les rails de grue sont noyés dans une masse souple, ce qui réduit la surface de rail susceptible de diffuser des bruits.

En outre, il n'y a pas de bruit de contact direct entre le patin du rail et le béton, du fait de la présence de la masse souple.

Des données chiffrées ne sont pas disponibles, mais cette situation se remarque très nettement dans la pratique.

g. Réparation de cassure de rail :

Dans le cas du système edilon)(sedra, il n'est pas nécessaire de procéder à une réparation immédiate en cas de cassure de rail (ce qui par ailleurs n'arrive que rarement sur une voie de roulement de grue correctement conçue). Le rail étant entièrement noyé, il n'y aura pas ou quasiment pas de jeu à l'endroit de la cassure.

Autre aspect important : à l'endroit de la cassure du rail, l'alignement reste correct.

La grue peut ainsi continuer de fonctionner, jusqu'au moment où il est possible de prévoir une immobilisation dans le planning du client.

i. Durabilité et maintenance :

Le système edilon)(sedra étant fermé, il n'y aura pas ou quasiment pas de maintenance nécessaire. Du fait de l'absence d'éléments de fixation en acier, aucune corrosion n'est à craindre.

Ce n'est pas le cas du système conventionnel dans lequel des salissures, des poussières et de l'eau (salée) peuvent attaquer la structure, impliquant la nécessité d'un entretien régulier. Ces opérations non seulement ont un impact sur le budget de maintenance du client, mais elles constituent aussi une perturbation dans l'exploitation de l'entreprise.

j. Usure latérale :

Les constatations pratiques révèlent que le comportement de roulement des grues est parfois différent des calculs théoriques.

Une usure latérale peut parfois survenir, par exemple du fait de la mise en travers de la grue.

Il importe donc d'assurer un alignement et un parallélisme corrects des roues des grues.

En cas d'usure latérale des rails, il est possible de procéder à des travaux (préventifs) de polissage sur le champignon de rail, dans les deux systèmes.

Si, après des années d'exploitation, le rail est réellement usé (après 30 à 35 ans d'utilisation minimum pour la plupart des voies de grue), le remplacement des rails prend plus de temps dans le cas du système edilon)(sedra que dans le cas du système conventionnel.

Selon notre expérience, l'usure (excessive) des rails a lieu notamment dans les cas suivants :

- Voies de grue en hauteur dans des halles (de production), le rail se trouvant généralement sur une structure en acier.
- Voies pour grues portiques. Il s'agit généralement de grues à déplacement rapide, roulant sur un rail se trouvant sur des traverses dans un lit de ballast.
- Voies de grue sur lesquelles les grues roulent très souvent et très rapidement. Exemple : le terminal Rail Service Center de Rotterdam.

3.4. Réalisation et coûts des systèmes de voies de roulement de grue présentés.

Voie de grue CRS edilon)(sedra (comme exemple, rail A120 > largeur d'engravure env. 260 mm) :

- Décapage au jet de l'engravure de béton et application d'une couche de fond.
- Décapage au jet des rails et application d'une couche de fond.
- Mesurage précis du fond de l'engravure et détermination de la future hauteur des rails.
- Préparation des rails et réalisation des soudures.
- Sélection en fonction de l'épaisseur nécessaire et préparation des cales de réglage de hauteur sur le fond de l'engravure ; entraxe 1 500 mm.
- Pose des rails dans l'engravure.
- Réglage fin des rails, conformément à la norme applicable.
- Coulée de la masse Corkelast dans la construction.

Système conventionnel (comme exemple, rail A120 > largeur d'engravure minimum env. 415 mm) :

- Décapage au jet (eau sous haute pression) du fond de l'engravure.
- Mesurage précis du fond de l'engravure et détermination de la future hauteur des rails.
- Préparation des semelles continues en acier 5 980 x 365 x 25 mm.
Les semelles sont livrées sur le chantier décapées et recouvertes d'une couche de revêtement.

- Préparation du matériau de coulée souple continu (avec renfort en acier).
- Préparation des rails de grue.
- Réalisation des soudures pour en faire des rails sans fin.
- Fixation des rails sur les semelles au moyen d'éléments de serrage de rails (souples), entraxe 600 ou 750 mm.
- Réglage précis de la hauteur et de l'alignement de la construction complètement assemblée, à l'aide de boulons de réglage dans les semelles.
- Perçage de trous dans le béton avec outillage à air comprimé (la semelle servant de gabarit) et collage des éléments d'ancrage M20 x 250 / M20 x 300.
- Réglage fin de la construction, conformément à la norme applicable.
- Coulée de mortier pour noyer les semelles. Il peut s'agir de mortier à faible rétraction à base de ciment ou d'époxy.
- Après durcissement du mortier, les éléments d'ancrage doivent être contrôlés au moment adéquat.

Le tableau ci-dessous fournit une indication des coûts pour l'utilisateur final pour la pose de 2 x 300 mètres de rails de grue A120 dans une engravure de béton.

a. Système Gantrex sur base de mortier à faible rétraction ajustable	270 000 €
b. Système de serrage fixe sur base de mortier à faible rétraction non ajustable	260 000 €
c. Système Gantrex sur base de mortier époxy ajustable	310 000 €
d. Système de serrage fixe sur base de mortier époxy non ajustable	300 000 €
e. Système edilon)(sedra	300 000 €

3.5. Comparaison des coûts entre les deux systèmes de voies de roulement de grue, pour une durée d'exploitation de 30 ans.

Pour les systèmes a. à d. inclus :

- Tous les ans / 2 ans, faire aspirer les engravures, évacuer (et mettre en décharge) les matières collectées.
- Tous les ans / 2 ans, effectuer un contrôle visuel.
- Tous les 4 ans, effectuer une petite réparation (pièces de serrage cassées, éléments d'ancrage tordus, retouche de couche de revêtement).

Par ailleurs, l'expérience montre qu'en cas de voies de grue noyées dans un mortier à faible rétraction, une partie du mortier doit être entièrement renouvelée sous 15 à 20 ans (le mortier est fissuré ou effrité).

Exemples : BCTN à Bois-le-Duc, Nimègue et Wansum. Cette situation a également eu lieu à la société Osse Overslag Centrale. Il faut alors réparer en moyenne 25% de la voie, ces travaux ayant généralement lieu durant le week-end en raison du service opérationnel du client.

Dans le cas de voies de grue noyées dans un mortier époxy, il est possible de prévoir une durée de vie minimum de 30 ans (en ce qui concerne le matériau coulé).

Compte tenu de ce qui précède, pour une période d'exploitation de 30 ans, les coûts totaux de pose avec maintenance et réparations se montent à environ:

	Pose	Maintenance	Total
a. Système Gantrex mortier à faible rétraction ajustable	270 000 €	107 000 €	377 000 €
b. Système de serrage fixe mortier à faible rétraction non ajustable	260 000 €	107 000 €	367 000 €
c. Système Gantrex mortier époxy ajustable	310 000 €	72 000 €	382 000 €
d. Système de serrage fixe mortier époxy non ajustable	300 000 €	72 000 €	372 000 €
e. Système edilon)(sedra	300 000 €	8 000 €	308 000 €

Les coûts sont indiqués de manière plus détaillée en annexe 1, afin de mieux comprendre les différences entre les solutions.

4. Conclusions

Comme l'indique ce qui précède, les deux systèmes présentent chacun leurs avantages et leurs inconvénients spécifiques.

Points principaux à prendre en compte:

a. Durée de mise en œuvre

Avantage du système edilon)(sedra par rapport au système Gantrex: la durée de réalisation sera en moyenne 2,5 fois plus courte.

b. Coûts d'investissement et de maintenance

En matière de qualité (matériau synthétique coulé / rails noyés), les coûts d'investissement sont plus ou moins équivalents pour les deux systèmes. Cependant, si le client choisit un système Gantrex avec un matériau de coulée fragile (mortier à faible rétraction à base de ciment), les coûts d'investissement initiaux seront alors inférieurs d'environ 12% par rapport au système edilon)(sedra ou à un système avec matériau de coulée époxy.

En matière de réparations et de frais de maintenance à prévoir, le système edilon)(sedra est cependant toujours nettement plus avantageux.

c. Immobilisation durant les travaux de réparation / maintenance

Avec le système edilon)(sedra, il n'y a pas ou quasiment pas de travaux de maintenance à prévoir, ce qui est très avantageux pour les services opérationnels du client.

d. Risque de dépassement du calendrier prévu / augmentation des coûts pour le client

Dans le cas du système Gantrex, en présence de fer à béton, les trous d'ancrage doivent être percés au diamant. Ceci prend plus de temps et implique un supplément de travail pour le client.

Dans le cas du système edilon)(sedra, des mesures supplémentaires sont nécessaires pour pouvoir continuer le travail par temps pluvieux.

e. Résistance à la circulation de la structure de rails

L'engravure de rail du système edilon)(sedra pouvant être environ 155 mm plus étroite, ceci constitue un avantage important en ce qui concerne la circulation (lourde) la traversant.

Le risque de détérioration du rail, susceptible de survenir lorsqu'un stabilisateur de camion de terminal est placé trop bas, est inexistant pour le système edilon)(sedra.

f. Remplacement de rail en cas d'usure complète

Si ce travail doit être effectué, le système traditionnel sera le plus avantageux, car la réalisation sera beaucoup plus rapide et moins coûteuse

Annexe 1.

Répartition des coûts de réalisation et de maintenance sur une période de 30 ans

- a. Système Gantrex sur base de mortier à faible rétraction
- b. Système de serrage fixe sur base de mortier à faible rétraction
- c. Système Gantrex sur base de mortier époxy
- d. Système de serrage fixe sur base de mortier époxy
- e. Système edilon)(sedra

Indication des coûts de réalisation pour 2 x 300 mètres de rails de grue A120

	Matériaux	Salaires	Autres coûts	Total
a	174 000 €	73 000 €	23 000 €	270 000 €
b	164 000 €	73 000 €	23 000 €	260 000 €
c	210 000 €	77 000 €	23 000 €	310 000 €
d	200 000 €	77 000 €	23 000 €	300 000 €
e	260 000 € *	27 000 €	13 000 €	300 000 €

* Prix comprenant la coulée de Corkelast et le décapage au jet / revêtement des rails et engravures.

Indication des coûts de maintenance sur une période de 30 ans :

	Inspections	Nett. engravure	Petite rép.	Gr. rép.	Total
a	8 000 €	50 000 €	14 000 €	35 000 €	107 000 €
b	8 000 €	50 000 €	14 000 €	35 000 €	107 000 €
c	8 000 €	50 000 €	14 000 €	nul	72 000 €
d	8 000 €	50 000 €	14 000 €	nul	72 000 €
e	8 000 €	nul	nul	nul	8 000 €

Pour les inspections (visuelles) comme pour le nettoyage des engravures / enlèvement des salissures, la fréquence est d'une fois par an et demi.

Règle pour les petites réparations : 7 réparations d'environ 2 000 €.

Règle pour les grandes réparations : env. 150 - 200 mètres, démontage intégral, nouvelle construction et nouvelle coulée.

Remarque : les indexations n'ont pas été prises en compte!

Culemborg, le 12 mars 2015