



Aciers de construction trempés et revenus Optim 700 QL/QL1

Les aciers de construction Optim™ 700 QL/QL1 trempés et revenus améliorent les performances, la durée de vie et la sécurité des véhicules, des équipements de levage et des structures en acier. Ils sont faciles à souder, plier et découper. Les aciers Optim 700 QL/QL1 permettent de construire des structures plus légères tout en augmentant la charge utile et le rendement énergétique. Ces aciers de construction à très haute limite élastique, trempés et revenus (Q) et résistants aux basses températures (L), sont conformes aux exigences de la norme EN 10025-6. Optim 700 QL correspond à la nuance S690QL et Optim 700 QL1 correspond à la nuance S690QL1. Ces aciers sont généralement utilisés dans les structures supportant un poids élevé.

Les tôles en S960QL sont désormais disponibles chez Ruukki. Pour plus d'information, veuillez contacter votre bureau de vente habituel.

Applications :

- Construction de machines
- Constructions en acier
- Structures charpentées
- Équipements de levage et mobiles
- Véhicules et équipements de transport

■■■

Cette fiche technique est conforme à nos connaissances actuelles. Bien que nous ayons fait de notre mieux pour garantir son exactitude, la société décline toute responsabilité vis-à-vis de toute perte, dommage ou autre conséquence qui résulterait d'éventuelles erreurs ou d'une application incorrecte des informations de cette publication. Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications.

Copyright © 2015 SSAB or its affiliates. All Rights Reserved.

Dimensions

L'acier est livré sous forme de tôles quarto.

Tôles quarto

Épaisseur en mm	Largeur en mm	Longueur en m
6 - 7,99	2 000 - 3 050	2 - 12,5
8 - 30	2 000 - 3 200	2 - 12,5
30,01 - 40	2 000 - 3 200	2 - 12
40,01 - 60 ¹⁾	2 000 - 3 050	2 - 12
40,01 - 55 ²⁾	2 000 - 3 050	2 - 12
55,01 - 60 ²⁾	2 000 - 2 600	2 - 12

¹⁾ Optim 700 QL ²⁾ Optim 700 QL1

Des tôles de plus de 12 m peuvent être livrées sur demande.

Tolérances

Tolérances dimensionnelles et forme des produits :

- Tôles quarto conformes à la norme EN 10029.
- Tolérances sur épaisseur conformes à la norme EN 10029 Classe A.
- Planéité EN 10029 Classe N, type d'acier H.

Des tolérances plus restreintes peuvent être convenues lors de la commande.

Qualité de surface

Qualité de surface : EN10163-2, Classe A 3.

Les tôles peuvent être livrées brutes de laminage ou grenillées pré-peintes (GPP).

Propriétés

Test des matériaux

Le test et l'échantillonnage des matériaux sont réalisés conformément à la norme EN 10025-6.

Propriétés mécaniques

Optim 700 QL et Optim 700 QL1. Essai de traction dans le sens transversal.

Épaisseur mm	R _{p0.2} ou R _{eH} MPa minimum	R _m MPa	A % Minimum
6 - 50	690	770 - 940	14
50,01 -60	650	760 - 930	14

Optim 700 QL et Optim 700 QL1. Test de résilience sur des spécimens Charpy V dans le sens longitudinal¹⁾.

Ruukki Optim	Optim 700 QL	Optim 700 QL1
Température de test	-40°C	-60°C

Ruukki Optim	Optim 700 QL	Optim 700 QL1
Résilience, 10 x 10 mm	30 J minimum	30 J minimum
Équivalence normative	S690QL EN 10025-6	S690QL1 EN 10025-6

¹⁾ Si convenu lors de la commande, possibilité d'un ChV 27 J transversal minimum (conformément à EN 10025-6 option 30).

Composition chimique

Optim 700 QL et Optim 700 QL1. Composition chimique, teneur en % (analyse sur coulée), maximum.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni	Mo	B
0,20	0,80	1,70	0,020	0,010	1,50	0,50	2,00	0,70	0,005

Valeurs de carbone équivalent (Ceq)

$$Ceq = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

Optim 700 QL et Optim 700 QL1. Ceq

Épaisseur en mm :	6 - 12	(12) - 35	(35) - 40	(40) - 60
Ceq maximum	0,43	0,53	0,63	0,63
Ceq type	0,40	0,50	0,56	0,58

Centre de parachèvement

Une grande variété d'options de parachèvement est disponible pour les tôles quarto, comme : formes découpées, tôles pliées et tôles de précision à bord chanfreiné.

Pièces découpées

Les pièces découpées issues de tôles ont des dimensions précises et sont prêtes à assembler. Ils permettent d'accélérer la fabrication et le montage de structures en acier et de faire des économies de matériau. Grâce à la large gamme disponible, les nuances d'acier les mieux adaptées à l'application en question peuvent être utilisées.

Chanfreinage

Les tôles de précision à bord chanfreiné sont des composants qui peuvent être directement livrés sur le site d'installation, ce qui permet de gagner du temps et de réduire les frais de transport et de stockage. La précision des dimensions de la rainure garantit un soudage et une fixation automatisés sans et continu.

Produits issus de tôles pliées

Les produits issus de tôles pliées sont des composants qui peuvent être livrés en atelier, ce qui est avantageux en termes de temps et de coûts de transport et de stockage. Si besoin, les produits peuvent également être commandés grenailés pré-peints (GPP) avec chanfreins de soudage et découpés à la forme. Les repères de montage pré-marqués facilitent le montage.

Instructions de mise en œuvre

La nuance d'acier Optim 700 QL est conçue pour une mise en œuvre facile, que ce soit pour la découpe, le pliage, le soudage et l'usinage. Du fait de sa limite d'élasticité élevée, l'acier trempé et revenu requiert des précautions particulières lors du traitement des tôles. En règle générale, la technique de mise en œuvre du client joue un rôle crucial pour que les produits en aciers trempés et revenus atteignent des performances satisfaisantes. Par exemple, s'il les tôles sont stockées dans un endroit froid, il est recommandé de les rentrer à l'intérieur 24 heures avant le traitement.

Pliage

Optim 700 QL et Optim 700 QL1. Rayon de pliage minimal autorisé, angle de pliage 90°

Épaisseur (t) mm	Rayon de pliage intérieur permissible minimal R
≤ 20	2,5 x t

Aucune limitation sur la direction du pliage.

Soudage

La soudabilité est bonne, et tous les procédés courants de soudage manuel et automatique peuvent être utilisés. Le soudage doit être réalisé conformément aux normes EN 10025-6 et EN 1011-2 (Soudage. Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques. Partie 2 : Soudage à l'arc des aciers ferritiques). Le meilleur résultat est obtenu avec des consommables et des méthodes de soudage à faible teneur en hydrogène (la teneur en hydrogène HD du métal d'apport est de 5 ml/100 g maximum). Les surfaces à souder doivent être propres et sèches, exemptes de toute trace de rouille, d'écaillage, de graisse ou de peinture, ainsi que de bords rugueux dûs à l'oxycoupage.

Température de service

Les recommandations sur les températures de préchauffage et de service minimales sont fournies dans l'illustration 1.

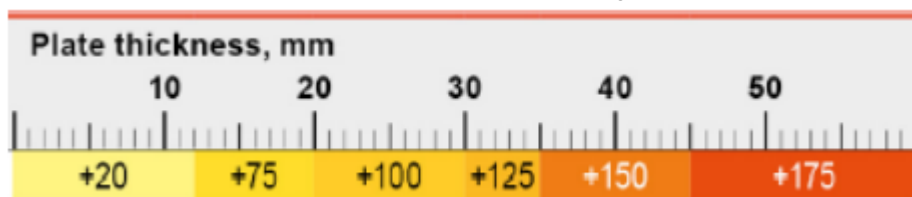


Figure 1. Optim 700 QL et Optim 700 QL1. Recommandations sur les températures de préchauffage et de service minimales (°C). Valides pour des consommables de soudage ≤ H5. Il est recommandé de suivre les instructions de la norme EN 1011-2.

Le préchauffage est particulièrement important lors du soudage avec une faible apport d'énergie, comme lors du pointage ou du soudage de passes de fond.

Énergie de soudage et temps de refroidissement t8/5

Pour le soudage d'Optim 700 QL, la recommandation de temps de refroidissement entre 800°C et 500°C (t8/5) est de 5 à 20 secondes. En comparaison, pour Optim 700 QL1 t8/5, elle est de 5 à 13 secondes. Les recommandations sur l'énergie de soudage basées sur les temps t8/5 sont fournies aux figures 2 et 3. Sur les figures, les lignes « Qmax1 » décrivent l'énergie de soudage maximale pour Optim 700 QL. En comparaison, les lignes « Qmax2 » représentent l'énergie de soudage maximale pour Optim 700 QL1. Dans les quatre cas de soudage ci-dessous, les lignes « Qmin » indiquent les valeurs d'énergie de soudage minimales recommandées qui sont communes aux aciers Optim 700 QL et Optim 700 QL1.

Butt weld

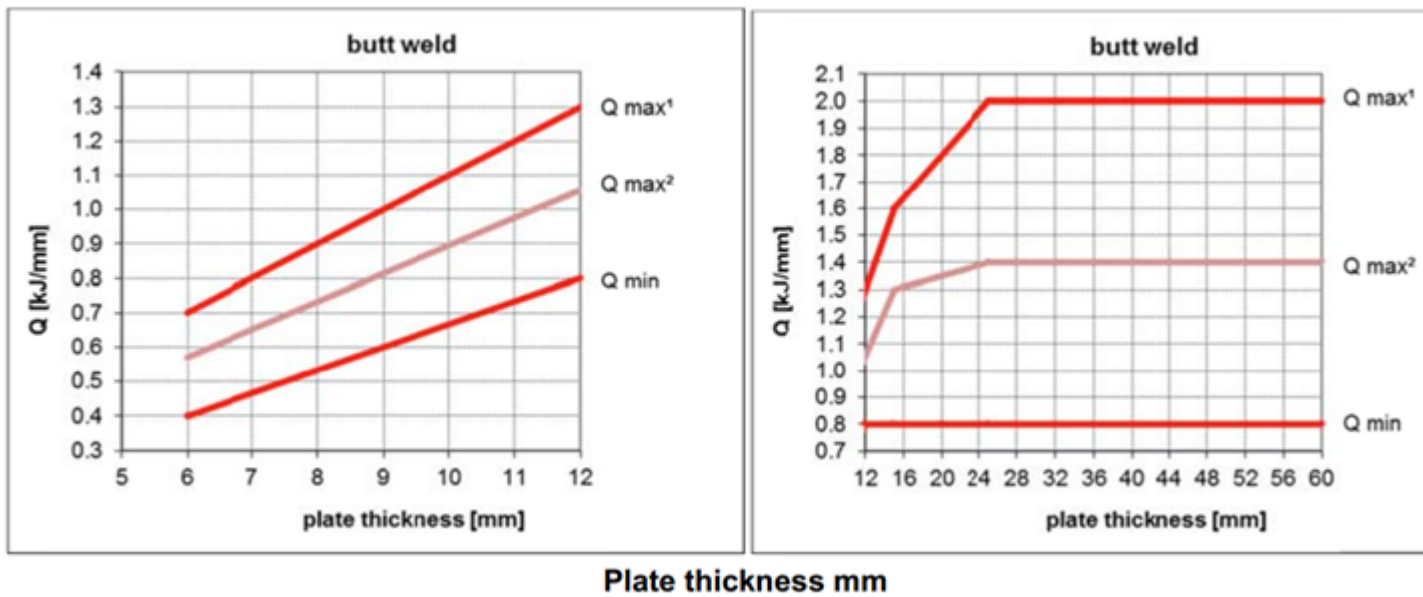


Figure 2. Optim 700 QL et Optim 700 QL1. Soudures bout à bout. Recommandations générales sur l'énergie de soudage (Q). Valides avec des consommables de résistance mécanique inférieure ou égale à celle du métal de base avec une teneur en hydrogène \leq H5.

Fillet weld in T joint

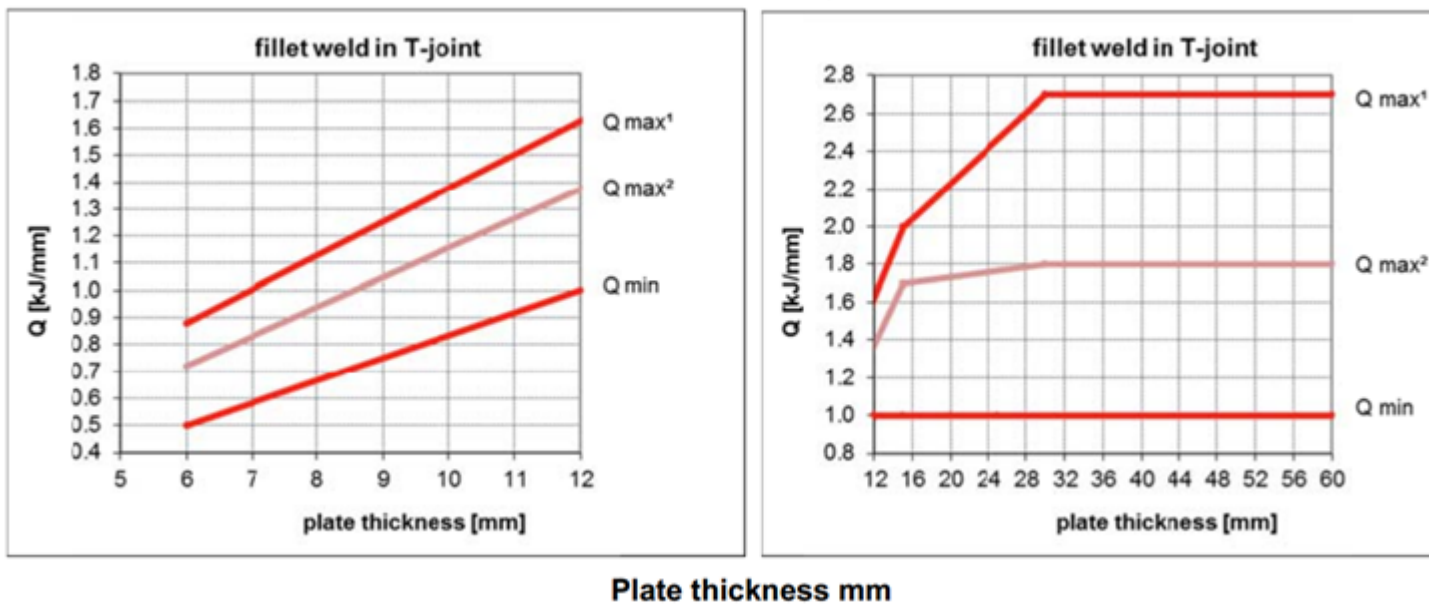


Figure 3. Optim 700 QL et Optim 700 QL1. Soudure d'angle sur joints en T. Recommandations générales sur l'énergie de soudage (Q). Valides avec des consommables de résistance mécanique inférieure ou égale à celle du métal de base avec une teneur en hydrogène \leq H5.

Quatre remarques concernant l'énergie de soudage des figures 2 et 3 :

REMARQUE 1) Recommandation générale pour Optim 700 QL, énergie de soudage = Q mini. – Q maxi.¹ (t_{8/5} = 5 à 20 secondes).

REMARQUE 2) Recommandation générale pour Optim 700 QL1, énergie de soudage = Q mini. – Q maxi.² (t_{8/5} = 5 à 13 secondes).

En outre, la limite d'énergie de soudage $Q_{\text{mini.}} - Q_{\text{maxi.}}^2$ est recommandée pour Optim 700 QL quand l'application requiert une résistance et une résilience optimisées du cordon du soudure.

REMARQUE 3) Pour le soudage en plusieurs passes, en appliquant l'énergie de soudage recommandée des figures 2 et 3, la température d'interpasse maximale est la suivante :

- +100 °C, épaisseur 6 mm $\leq t \leq$ 12 mm
- +125 °C, épaisseur 12 mm $< t \leq$ 20 mm
- +175 °C, épaisseur 20 mm $< t \leq$ 25 mm
- +225 °C, épaisseur 25 mm $< t \leq$ 60 mm.

REMARQUE 4) Si une température d'interpasse supérieure à celles susmentionnées est nécessaire, l'énergie de soudage maximale autorisée est inférieure à celle des figures 2 et 3. L'énergie de soudage maximale autorisée est propre à chaque application, et il est recommandé de tester la procédure de soudage pour la définir. Cependant, la température d'interpasse ne doit pas être supérieure à +300 °C.

Consommables de soudage

Pour éliminer le risque de fissuration à froid, la teneur en hydrogène de l'assemblage soudé doit être maintenue à un niveau aussi faible que possible. Cela signifie que des consommables de soudage à faible teneur en hydrogène (HD \leq 5 ml/100 g) sont recommandés. Les consommables doivent être protégés contre toute absorption d'humidité lors du transport, du stockage et de l'utilisation. Si nécessaire, les consommables (flux de soudage, électrodes couvertes de base) doivent être reséchés conformément aux instructions du fabricant immédiatement avant le soudage.

Les consommables indiqués dans le tableau ci-dessous sont de résistance égale. Les consommables de résistance égale fournissent des structures de résistance égale à celle du matériau de base.

Consommables pour le soudage d'Optim 700 QL/QL1

Procédé de soudage/Consommables	Classification EN	Classification AWS
Fil plein MIG/MAG OK AristoRod 69, Union NiMoCr, LNM MoNiVa, X70-IG, NiMoCr-IG	EN ISO 16834 G Mn3Ni1CrMo	SFA/AWS A5.28 ER110S-G
Fil fourré métallique MIG/MAG OK Tubrod 14.03	EN ISO 18276/EN ISO 17632 T 69 4 Mn2NiMo M M 2 H5	SFA/AWS A5.28 E110C-G
Fil fourré flux MIG/MAG OK Tubrod 15.09, Megafil 742 M, Fluxofil M42, Union MV NiMoCr	EN ISO 18276/EN ISO 17632 T 69 4 Z P M 2 H50	SFA/AWS A5.28 E111T1-K3MJ-H4
MMA, électrode OK 75.75, FOX EV 85, TENACITO 80, Conarc 85	EN ISO 18275/EN ISO 2560 E 6 4 Mn2NiCrMoB 42 H5	SFA/AWS A5.5 E 6 4 Mn2NiCrMoB 42 H5
SAW fil + flux OK Autrod 13.43 + OK Flux 10.62, Union S 3 NiMoCr + UV 421 TT	EN ISO 26304/14171 S 69 6 FB S3Ni2.5CrMo	SFA/AWS A5.23 F11A8-EG-G/F11A8-EG-G

Consommables pour le soudage d'Optim 700 QL/QL1. Faible température (-60 °C)

MIG/MAG, fil plein : NiCrMo 2,5-IG, Union NiMoCr

MMA, électrode : FOX EV 85

SAW, fil + flux : 3 NiCrMo 2,5-UP + BB 24, Union S 3 NiMoCr + UV 421 TT

Les tableaux de sélection ci-dessus ne sont pas exclusifs et ne doivent pas être compris comme la désapprobation d'autres consommables de résistance égale. Les consommables de résistance égale d'autres fournisseurs/fabricants sont également applicables. La validité des recommandations devra être vérifiée auprès du fabricant avant le soudage.

Des consommables de résistance inférieure (plus doux que le matériau de base) peuvent être utilisés dans certaines applications. Ces consommables d'alliages de résistance inférieure sont adaptés aux assemblages soumis à des charges inférieures. En particulier, le soudage de passes de fond et les soudures d'angle d'une seule passe connaissent un processus d'alliage par dilution avec l'acier parent. Pour ces soudures, les consommables d'alliages de résistance inférieure sont plus souvent utilisés que pour les passes de remplissage et de recouvrement. L'avantage d'utiliser des consommables d'alliages de résistance inférieure réside dans le fait que la ductilité du métal d'apport est meilleure que celle des consommables de résistance supérieure.

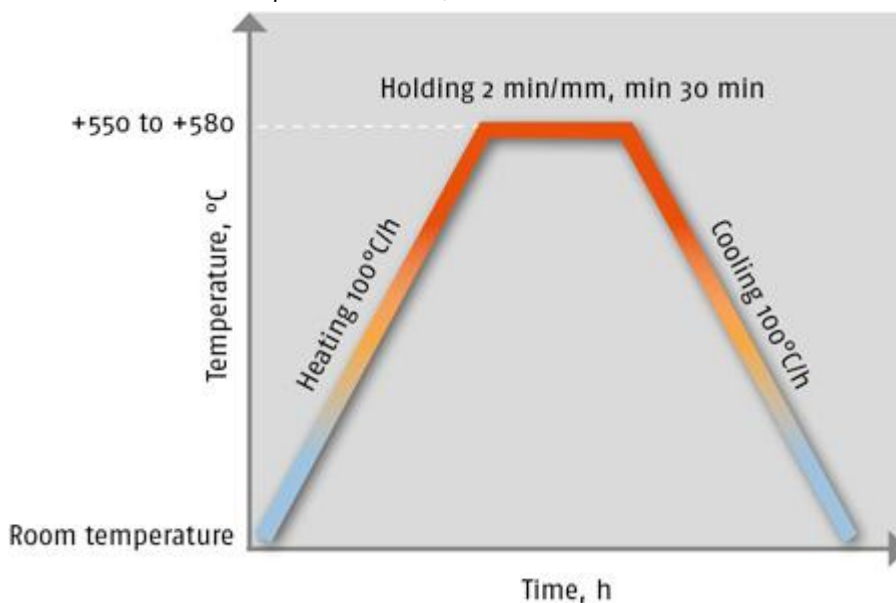
Découpe thermique

Les nuances d'acier Optim 700 QL et Optim 700 QL1 sont conçues pour faciliter l'ensemble des procédés de découpe thermique, comme l'oxycoupage, la découpe plasma et la découpe laser. En conditions normales, la découpe thermique peut être réalisée exactement comme la découpe d'aciers de construction à faible alliage. Dans tous les cas, l'expérience a démontré qu'il est avantageux de préchauffer légèrement l'acier avant de l'oxycouper en atelier : +50 °C pour les tôles de 20 à 50 mm d'épaisseur et +100 °C pour celles de 50 à 60 mm d'épaisseur.

Traitement thermique

Le traitement thermique est principalement utilisé dans le but de réduire les tensions résiduelles après le soudage et d'autres types d'opération en atelier. Le traitement thermique n'est normalement pas utilisé pour les aciers à haute limite élastique trempés et revenus. Les aciers Optim QL/QL1 peuvent être traités thermiquement quand cela est spécifié dans les instructions de conception de la construction en acier. La procédure générale recommandée pour le détensionnement est la suivante :

- Maintenir une température entre +550 et +580 °C
- Chauffer et refroidir à une vitesse de 100 °C/h maximum
- Attendre 2 min/mm d'épaisseur de tôle, minimum 30 minutes



Veillez noter que les propriétés d'élasticité et de dureté des assemblages soudés ainsi que du matériau de base peuvent être réduites à cause du traitement thermique. Les modifications exactes des propriétés mécaniques dépendent de la manière dont le procédé de traitement thermique est effectué.

Formage à chaud

Les propriétés mécaniques de l'acier sont obtenues par un procédé de trempe et de revenu. Les nuances d'acier Optim 700 QL/QL1 ne sont pas adaptées aux applications nécessitant un formage à chaud à des températures supérieures à +550 °C, à cause d'un risque de perte des propriétés mécaniques garanties.

Chaude de retrait

Le procédé de chaude de retrait doit être réalisé en tenant compte des propriétés mécaniques de l'acier. La température au point chaud ne doit pas dépasser +550 °C, car ceci pourrait causer un adoucissement local et une réduction de la résistance. Il convient de faire particulièrement attention si la structure est soumise à des charges dynamiques et donc à un endommagement par fatigue.

Consignes de sécurité

Les aciers à haute limite élastique trempés et revenus doivent être traités avec un soin particulier dans l'atelier de production. Les instructions du fournisseur d'acier et les bonnes pratiques en l'atelier représentent une part essentielle de la qualité et de la sécurité du travail. Des précautions sanitaires et de sécurité adaptées doivent être adoptées lors du soudage, de la découpe, de l'affûtage ou de toute autre manipulation des aciers à haute limite élastique Optim QL/QL1. Les nouveaux employés doivent être correctement informés de leurs obligations.