

A Member of
The Linde Group

AGA

Pienoisopas.

Ruostumattoman teräksen MIG/MAG-hitsaukseen.



Sisällys.

- 3 Ruostumaton teräs
- 4 Ruostumattomien terästen lujuus ja korroosionkestävyys
- 4 Ruostumattomien terästen hitsaus - käytännön ohjeita
- 6 Perustietoja suojakaasuista
- 9 Kaasusuojauksen optimointi MIG/MAG- ja TIG-hitsauksessa
- 11 Juuren suojaus
- 13 Ruostumattoman teräksen leikkaus
- 13 Ruostumattomien terästen jälkikäsittely
- 14 AGAn kaasupopas ruostumattomalle teräkselle

Ruostumaton teräs.

Ruostumattomat teräkset voidaan ryhmitellä eri tavoin teräksen mikrorakenteen perusteella. Tärkeimmät ryhmät ovat

- ferriittiset
- martensiittiset
- duplex- eli austeniittis-ferriittiset ja
- austeniittiset teräkset

Ryhmät jakautuvat edelleen alaryhmiin teräksen seosaineiden ja niiden ominaisuuksien mukaan. Seuraavassa on lueteltu muutamia tärkeimpiä ruostumattomia teräslaatuja.

Ferriittis-martensiittiset ruostumattomat teräkset:

Teräksen tyyppi:	Nimike	EN	ASTM
Ferriittinen	X2 CrTi 12	1.4512	409
Ferriittinen	X6 Cr 17	1.4016	430
Martensiittinen	X20 Cr 13	1.4028	420
Martensiittinen	X4 CrNiMo 16-5-1	1.4418	-

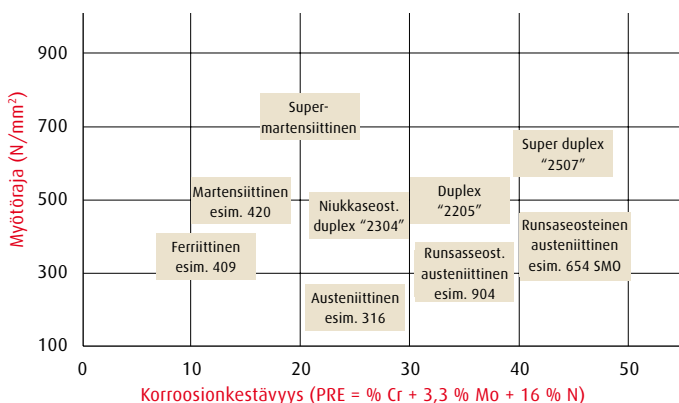
Ruostumattomat duplex-teräkset (austeniittis-ferriittiset ruostumattomat teräkset):

Teräksen tyyppi:	Nimike	EN	ASTM
Niukkaseosteinen duplex "2304"	X2 CrNiN 23-4	1.4362	S32304
Duplex "2205"	X2 CrNiMoN 22-5-3	1.4462	S31803
Super Duplex "2507"	X2 CrMoN 25-7-4	1.4410	S32750

Austeniittiset ruostumattomat teräkset:

Teräksen tyyppi:	Nimike	EN	ASTM
Austeniittinen	X10 CrNi 18-8	1.4310	301
Austeniittinen	X5 CrNi 18-10	1.4301	304
Austeniittinen "haponkestävä"	X3 CrNiMo 17-13-3	1.4436	316
Täysin austeniittinen "254SMO"	X1 CrNiMoCuN 20-18-7	1.4547	S31254
Täysin austeniittinen "904L"	X1 NiCrMoCu 25-20-5	1.4539	N08904
Runsaseosteinen austeniittinen "654SMO"	X1 CrNiMoCuN 24-22-8	1.4652	S32654

Ruostumattomien terästen lujuus ja korroosionkestävyys.



Ruostumattomien terästen hitsaus – käytännön ohjeita.

Ruostumattoman teräksen hitsaaminen ei tavallisesti eroa seostamattoman tai niukkaseosteisen teräksen hitsaamisesta. Eroja on kuitenkin varsinkin hyvin runsasseosteisten terästen hitsauksessa. Alla luetellaan lyhyesti eräitä huomioon otettavia asioita.

Yleisiä ohjeita

- Suuremman lämpölaajenemisen ja alhaisemman lämmönjohtavuuden vuoksi muodonmuutosten riski on suurempi etenkin austeniittisilla teräksillä
- Edellä olevasta johtuen siltahitsit on sijoitettava tiheämpään kuin seostamatonta terästä hitsattaessa. On myös tärkeää, että silloitus tehdään oikeassa järjestyksessä
- Silloituksen jälkeen ylimääräinen hitsiaine poistetaan ennen varsinaista hitsausta
- Vältä liian suurta lämmöntuontia, jotta rakenteeseen ei synny sigmafaasia tai muita ei-toivottuja muutoksia. Sopiva lämmöntuonti on yleensä 0,5–2,5 kJ/mm
- Vakiolaaduilla suurin palkojen välinen lämpötila on 250°C

- Kuumahalkeamia voidaan estää rajoittamalla hitsisulan kokoa ja kraaterihalkeamia voidaan välttää käyttämällä oikeaa lopetus-tekniikkaa. Tämä on sitä tärkeämpää, mitä runsasseosteisempaa terästä hitsataan
- Yleensä on tärkeää, että hitsiaine vastaa kemialliselta koostumukseltaan perusainetta. Noudata valmistajan lisäainesuosituksia
- Sekä perus- että lisäaineen pintojen on oltava puhtaita ja kuivia
- Käytä aina ruostumattomia teräsharjoja ja puhtaita hiomalaikkoja. Älä käytä samoja välineitä, joilla on käsitelty niukkaseosteisia teräksiä

Täysin austeniittisten, runsasseosteisten austeniittisten ja super duplex -terästen erityisvaatimuksia

- Vältä liian suurta lämmöntuontia, jotta rakenteeseen ei synny sigmafaasia tai muita ei-toivottuja muutoksia. Sopiva lämmöntuonti on yleensä 0,2–1,5 kJ/mm
- Suurin palkojen välinen lämpötila on 150°C
- Runsasseosteisia austeniittisiä ja super duplex -teräksiä hitsatessa voidaan tarvita nikkeli pohjaista lisäainetta. Noudata valmistajan lisäainesuosituksia

Lämmöntuonnin laskeminen:

$$Q = k \times \frac{U \times I \times 60}{v \times 1000}$$

- I = hitsausvirta (A)
- U = kaaren jännite (V)
- Q = lämmöntuonti (kJ/mm)
- k = terminen hyötysuhde
 - MIG/MAG-, täytelanka- ja puikkohitsaus: 0,8
 - TIG- ja plasmahitsaus: 0,6
- v = hitsausnopeus (mm/min)

Perustietoja suojakaasuista.

Eräs suojakaasun tehtävistä on suojata kuumaa metallia ympäröivältä ilmalta. Muutoin kuuma tai sula metalli hapettuu, ja siihen syntyy huokosia.

Suojakaasu vaikuttaa myös valokaaren vakauteen, hitsausnopeuteen, hitsin geometriaan ja mekaanisiin ominaisuuksiin, korroosionkestävyyteen sekä työympäristöön. Tämän vuoksi suojakaasulla on huomattava vaikutus hitsin laatuun ja tuottavuuteen.

Suojakaasut koostuvat useista komponenteista, joilla on erilaisia ominaisuuksia. Kun komponentit ovat tasapainossa, on hitsattavuus erinomainen.

Argon (Ar)

Peruskaasu useimmissa kaasuseoksissa. Argon kuuluu inertteihin* kaasuihin.

Helium (He)

Kuuluu intertteihin* kaasuihin. Parantaa tunkeumaa ja hitsisulan juoksevuuutta

Vety (H₂)

Pelkistää oksideja, parantaa tunkeumaa ja lisää hitsisulan juoksevuuutta.

Hiilidioksidi (CO₂)

Hapettava kaasu. Vakauttaa valokaarta ja parantaa tunkeumaa.

Happi (O₂)

Hapettava kaasu. Vakauttaa valokaarta, mutta tunkeuma on huonompi kuin hiilidioksidilla. Voi aiheuttaa liiallista oksidimuodostusta hitsin pintaan.

Typpi (N₂)

Käytetään typpiseosteisten terästen suojakaasuissa. Lisää korroosionkestävyyttä.

* Inertti kaasu ei reagoi kemiallisesti minkään aineen kanssa.

MISON® suojakaasut

MISON® suojakaasut ovat AGAn valmistamia kaasuja, jotka parantavat työn laatua ja tuottavuutta MIG/MAG-, täytelanka-, TIG- ja plasmahitsauksessa. MISON® suojakaasut vähentävät kaasukaarihitsauksessa muodostuvan otsonin määrää, mikä tekee työympäristöstä miellyttävämmän. Suojakaasuun lisätty pieni määrä typpimonoksidia reagoi välittömästi muodostuvan otsonin kanssa.

MIG/MAG-hitsauksen suojakaasut

MISON® 2, (Ar + 2 % CO₂ + 0,03 % NO). Yleissuojakaasu kaikenlaisille ruostumattomille teräksille (ferriittisille, martensiittisille, duplexeille ja austeniittisille).

MISON® 2He, (Ar + 2 % CO₂ + 30 % He + 0,03 % NO). Yleissuojakaasu kaikenlaisille ruostumattomille teräksille. Heliumlisäys parantaa tunkeumaa ja hitsisulan juoksevuutta. Mahdollistaa suuremman hitsausnopeuden.

MISON® Ar, (Ar + 0,03 % NO). Soveltuu täysin austeniittisille ja runsasseosteisille austeniittisille ruostumattomille teräksille sekä super duplex -teräksille. Tuottaa vakaan valokaaren ja vähentää pintakuonaa.

MISON® N2, (Ar + 1,8 % N₂ + 30 % He + 0,03 % NO). Soveltuu typpi-seosteisille täysin austeniittisille ja runsasseosteisille austeniittisille ruostumattomille teräksille sekä super duplex -teräksille. Typpi lisää korroosionkestävyyttä. Heliumlisäys parantaa hitsisulan juoksevuutta.

Suurtehohitsaus

RAPID PROCESSING® on suurituottoinen MIG/MAG-hitsausmenetelmä, joka sopii erityisen hyvin ruostumattomalle teräkselle. Käyttämällä tavanomaisesta poikkeavia hitsausarvoja yhdessä oikein valitun suojakaasun kanssa voidaan tällä menetelmällä saavuttaa tuntuvasti suurempi hitsausnopeus ja/tai hitsiaineentuotto.

Täytelankahitsauksen suojakaasut

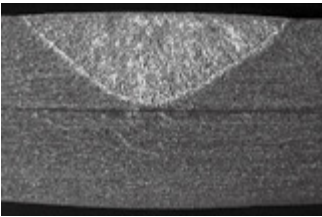
MISON® 18, (Ar + 18 % CO₂ + 0,03 % NO). Paras valinta useimmille täytelangoille.

TIG-hitsauksen suojakaasut

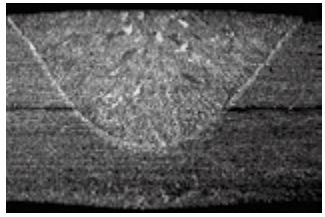
Argon. Yleissuojakaasu kaikenlaisille ruostumattomille teräksille (ferriittisille, martensiittisille, duplexeille ja austeniittisille).

MISON® Ar, (Ar + 0,03 % NO). Yleissuojakaasu kaikenlaisille ruostumattomille teräksille. Parantaa työskentely-ympäristöä. Joissakin tapauksissa myös parempi tunkeuma kuin argonilla.

MISON® H2, (Ar + +2 % H₂ + 0,03 % NO). Vetylisäys tuottaa suuremman hitsausnopeuden ja/tai paremman tunkeuman sekä vähemmän pintakuonaa. Sopii vain austeniittisille teräslaaduille.



Argon



MISON® H2

Tunkeuma 2,5 mm paksun teräslevyn (ASTM 304) TIG-hitsauksessa ilman lisäainetta. MISON® H2 -suojakaasulla saavutetaan 60 % suurempi sulan poikkipinta-ala. Hitsausvirta 80 A. Hitsausnopeus 250 mm/min.

MISON® N2, (Ar + 1,8 % N₂ + 30 % He + 0,03 % NO). Soveltuu typpi-seosteisille teräslaaduille (täysin austeniittiset ja runsasseosteiset austeniittiset sekä duplex- ja super duplex -teräkset). Suojakaasuun lisätty typpi parantaa korroosionkestävyyttä ja mekaanista lujuutta kompensoimalla hitsauksessa tapahtuvaa typen katoa. Tämä on erityisen tärkeää, kun hitsataan ilman lisäainetta. Helium parantaa hitsisulan juoksevuutta ja tunkeumaa.

Plasmahitsauksen suojakaasut

Plasmahitsauksessa voidaan yleensä käyttää samaa kaasua sekä plasmakaasuna että suojakaasuna. Tavallisimmin käytetään seuraavia kaasuja:

Argon. Soveltuu kaikille ruostumattomille teräksille. Käytetään yleensä plasmakaasuna (ionisoituu herkästi).

Argon-vetyseokset. Soveltuvat austeniittisille ruostumattomille teräksille. Hyvä tunkeuma ja herkkäliikkeinen hitsisula. Helpottaa lävistysreiän tekoa ja oksidittoman hitsin aikaansaantia.

Kaasusuojauksen optimointi MIG/MAG- ja TIG-hitsauksessa.

Suojakaasua tarvitaan niin paljon, että se pystyy suojaamaan hitsisulaa ympäröivältä ilmalta. Sopivaan suojakaasuvirtauksen määrään vaikuttavat muun muassa perusaine (= ruostumaton teräs), käytettävä suojakaasu, kaasusuuttimen koko (määräytyy hitsausvirran voimakkuuden / hitsisulan koon mukaan), veto, liitostyyppi ja hitsausasento.

Varmista hyvä kaasusuojaus kiinnittämällä huomiota seuraaviin asioihin:

- Mitoita kaasuvirtaus kaasusuuttimen koon mukaan niin, että virtaus on laminaarinen. Liian suuri tai liian pieni virtaus voi heikentää kaasusuojaa. Heliumpitoisille suojakaasuille tarvitaan suurempi virtausmäärä kuin argonille tai argon–hiilidioksidiseoksille. Seuraava nyrkkisääntö koskee argonia ja argon–hiilidioksidiseoksia: Virtausmäärä (l/min) \approx kaasusuuttimen sisähalkaisija (mm)
- Virtaus mitataan kaasusuuttimesta virtausmittarilla
- Huolehdi, ettei veto heikennä kaasusuojausta. Jos et voi estää vetoa kokonaan, sen vaikutusta voi vähentää
 - viemällä kaasusuuttimen lähemmäs työkappaletta
 - suurentamalla kaasuvirtausta
 - käyttämällä kaasulinssiä (TIG-hitsauksessa)
- Poista kaasusuuttimen sisäpintaan tarttuneet roiskeet (MIG/MAG-hitsauksessa), sillä ne saattavat aiheuttaa muutoksia kaasuvirtaukseen.
- Vältä liian suurta etäisyyttä kaasusuuttimen ja työkappaleen välillä, sillä se huonontaa kaasusuojausta

Suojakaasun esi- ja jälkivirtaus (TIG- ja MIG/MAG-hitsauksessa)

Suojakaasun esivirtauksen tarkoituksena on poistaa kaasunjakelujärjestelmän mahdolliset epäpuhtaudet ja poistaa ilma hitsauskohdasta ennen hitsauksen aloitusta. Jälkivirtauksella suojataan elektrodiä (TIG-hitsauksessa) ja hitsisulaa tai kuumaa metallia hitsauksen jälkeen. TIG-hitsauksessa jälkivirtaus voi kestää jopa 10 sekuntia. Jos elektrodin pinta alkaa sinistyä tai mustua, on jälkivirtausaikaa pidennettävä.

Epäpuhtaudet kaasunjakelujärjestelmässä ja niiden välttäminen

Suojakaasussa olevat epäpuhtaudet aiheuttavat ongelmia hitsauksen aikana ja sen jälkeen. Epäpuhtaudet eivät yleensä ole peräisin kaasupullosta tai -säiliöstä, vaan kaasupullon ja kaasusuuttimen väliseltä laitteisto-osuudelta.

Epäpuhtauksien syyt:

Kaasunjakelujärjestelmää ei ole huuhdeltu riittävästi esim. pitemmän tauon jälkeen.

Kosteuden ja ilman siirtyminen (diffuusio) letkujen läpi.

Letku tai liitin vuotaa.

Liian pitkät letkut.

Vuoto vesijäähdytteisessä hitsauslaitteessa.

Korjaustoimenpiteet:

Huuhtelee pitempään.

Käytä hitsaukseen tarkoitettuja diffuusiolta suojattuja letkuja (esim. EN 559 -standardin mukaisia).

Tarkista letkut ja liitokset säännöllisin väliajoin. Käytä vuodonilmaisuuspraytä.

Älä käytä tarpeettoman pitkiä letkuja.

Tarkista laitteet säännöllisin väliajoin.

Juuren suojaus.

Juurensuojakaasuilla estetään hitsien hapettuminen juuren puolelta. Juurikaasulla suojatun hitsin tausta kestää paremmin korroosiota. Materiaalista riippuen happipitoisuuden juuren puolella pitäisi olla alle 10–25 ppm (0,0010–0,0025 %). Pienempää arvoa tulisi käyttää duplex-laaduilla ja hyvin runsasseosteisilla ruostumattomilla teräksillä.

Mitä tummempi juuripalon ja sitä ympäröivän levyn pinta on, sitä suurempaa on hapettuminen. Hyvälaatuinen juuripalko on kirkas ja yleensä hopeanvärinen. Juurensuojakaasuista on myös apua juuripinnan muotoilussa. Juuresta tulee sileämpi ja tasalaatuisempi ja perusaineen kostutus on tehokkaampi. Käytössä tällainen hitsi kestää paremmin väsyttävää kuormitusta.

Käytännön neuvoja

- Ennen hitsauksen aloitusta tee huuhtelu juurikaasulla. Huuhtelukaasun määrän tulee olla ainakin kymmenkertainen suojattavan kohteen tilavuuteen nähden
- Esihuuhtelussa tarvittava virtausnopeus on noin 5–10 l/min.
- Hitsauksen aikana virtausta pienennetään, jottei juuren puolelle muodostu painetta, joka voisi kohottaa sulaa ja aiheuttaa hitsausvirheitä. Sopiva kaasunvirtaus hitsauksen aikana on noin 2–3 l/min. Yleensä virtaus on sopiva, kun sen voi juuri ja juuri havaita kaasun ulostulokohdassa
- Anna kaasun virrata hitsauksen jälkeen, kunnes hitsatun pinnan lämpötila on alle 250 °C
- Kaasunpoistoaukko on sijoitettava ylös, kun käytetään ilmaa raskaampaa suojakaasua, kuten argonia, ja alas, kun käytetään ilmaa kevyempää kaasua, esim. typpi-vetyseosta
- Putken halkaisijan ollessa alle 80 mm riittää, kun putken päät suljetaan niin, että päähän jää reikä kaasunpoistoa varten. Juurensuojakaasu pakottaa ilman pois putkesta (ns. mäntävaikutus)

Juurensuojakaasut

Argon. Yleisimmin käytetty juurensuojakaasu. Sopii kaikille ruostumattomille teräksille. Kaasun ulostuloaukko on sijoitettava ylös.

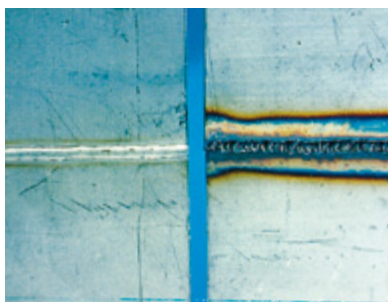
FORMIER®10. ($N_2 + 10\% H_2$). Soveltuu typpiseosteisille (duplex, super duplex, täysin austeniittinen ja runsasseosteinen austeniittinen) sekä austeniittisille ruostumattomille teräksille. Vedyllä on pelkistävä vaikutus, mikä vähentää hapettumista. Typpi parantaa korroosionkestävyyttä torjumalla typen katoa typpiseosteisilla teräksillä. Näiden tekijöiden ansiosta korroosionkestävyys on parempi kuin argonia käytettäessä. FORMIER®10 antaa myös sileämmän ja tasalaatuisemman juuren. Kaasun ulostuloaukko on sijoitettava alas.

Typpi. Soveltuu typpiseosteisille ruostumattomille teräksille. Parantaa korroosionkestävyyttä torjumalla typen katoa teräksestä.

MISON® suojakaasuja ei ole tarkoitettu juuren suojaukseen.

Oheisesta taulukosta käyvät ilmi eri kaasujen ja kaasuseosten tiheydet ilmaan verrattuna (ilma = 1)

Kaasu/kaasuseos	Suhteellinen tiheys
Ilma	1
Typpi	0,97
$N_2 + 10\% H_2$	0,88
Argon	1,38
Helium	0,14
Ar + 30 % He	1,01
Ar + 70 % He	0,51



**Käytetty
juurensuojakaasua**

**Ei käytetty
juurensuojakaasua**

Ruostumattoman teräksen leikkaus.

- AGA LASERLINE® on tuoteohjelma laserleikkaukseen ja -hitsaukseen*
Laseria käytetään yhä enemmän ruostumattomien terästen leikkauksessa ja hitsauksessa
- Plasmaleikkaus*. Ruostumattomia teräksiä leikataan tavallisesti plasmalla. Käytettäessä ei-hapettavia kaasuja saadaan tulokseksi hyvälaatuinen, oksiditon leikkauspinta

Ruostumattomien terästen jälkikäsittely.

- Peittäus on tehokkain jälkikäsittelymenetelmä korroosion torjunnan kannalta. Peitattaessa teräksen pintaan muodostuu passivoiva oksidikerros. Pienemmät työkappaleet upotetaan peittäuskylpyyn. Suuremmat rakenteet, jotka eivät sovi upotettavaksi, voidaan puhdistaa peittäustahnalla
- Raepuhallus ja harjaus sopivat mekaaniseen puhdistukseen (korroosionkestävyyden varmistaminen vaatii kuitenkin yleensä muita keinoja)
- Hiontaa ja kiillotusta tarvitaan vain, kun pinnoilta edellytetään erityisen hyvää laatua (esim. elintarvikealan ja lääketieteen sovellukset, joissa hygieniaan kiinnitetään suurta huomiota).
- Mekaanista hiontaa ei pidä käyttää, sillä se tuhoaa korroosionkestävyyden
- Liekkioikaisu*. Joissakin rakenteissa voi hitsauksessa syntyneitä muodonmuutoksia korjata liekkioikaisulla

* Lisätietoja saat AGAsta.

AGAn kaasuopas ruostumattomalle teräkselle.

- Suositellaan suojakaasuksi ■ Voidaan suositella joissakin tapauksissa

	MISON® AR	MISON® N2
MIG/MAG-hitsaus (umpilanka)		
Ferriittinen, martensiittinen		
Austeniittinen		
Täysin austeniittinen/runsasseost.austeniittinen	■	●
Duplex		
Super duplex	■	●
Täytelankahitsaus		
Ferriittinen ja martensiittinen		
Austeniittinen		
Täysin austeniittinen/runsasseost.austeniittinen		
Duplex		
Super duplex		
TIG-hitsaus (lisäaineen kanssa tai ilman)		
Ferriittinen ja martensiittinen	●	
Austeniittinen	●	■
Täysin austeniittinen/runsasseost.austeniittinen	●	●
Duplex	■	●
Super duplex	■	●
Plasmahitsaus		
Ferriittinen ja martensiittinen	■	
Austeniittinen	■	
Täysin austeniittinen/runsasseost.austeniittinen	■	
Duplex	■	
Super duplex	■	
Juuren suojaus		
Ferriittinen ja martensiittinen		
Austeniittinen		
Täysin austeniittinen/runsasseost.austeniittinen		
Duplex		
Super duplex		

<i>MISON® H2</i>	<i>MISON® ZHE</i>	<i>MISON® 2</i>	<i>MISON® 18</i>	<i>FORMIER®</i>	<i>VARIGON H5</i>	<i>ARGON</i>	<i>TYPPI</i>
	•	•					
	•	•					
	■	•					
			•				
			•				
			•				
•					■	■	
•						■	
						■	
						■	
						■	
■					•	•	
■					•	■	
						•	
						•	
				•	■	•	■
				•	■	•	■
				•	■	•	■
				•	■	■	■

Innovaatioilla etumatkaa.

Innovatiiviset toimintatavat ovat tehneet AGAsta edelläkävijän kaikkialla maailmassa. Tekniikan suunnannäyttäjänä tehtävämme on parantaa tasoa jatkuvasti. Kehitämme jatkuvasti uusia korkealaatuisia tuotteita ja innovatiivisia prosesseja yhdessä asiakkaittemme kanssa.

AGA antaa enemmän. Luomme lisäarvoa, selkeästi havaittavia kilpailuetuja ja parempaa kannattavuutta. Kaikki menetelmämme räätälöidään asiakkaiden vaatimusten mukaan. Tarjoamme sekä vakio- että asiakaskohtaisia ratkaisuja. Ne on tarkoitettu kaikenkokoisille ja kaikilla aloilla toimiville yrityksille.

AGA – ideas become solutions.