

→ Käytännön ohjeita MIG/MAG-hitsaukseen.

A Member of  
The Linde Group

AGA

# Käytännön ohjeita MIG/MAG-hitsaukseen.



# Sisällysluettelo.

<b>1</b>	<b>MIG/MAG-hitsaus</b>	<b>4</b>
1.1	Prosessikuvaus	4
1.2	MIG/MAG-hitsauksen sähköinen toimintaperiaate	5
1.3	Kuristimen vaikutus	5
1.4	MIG/MAG-hitsauksen edut	5
<b>2</b>	<b>MIG/MAG-hitsauslaitteisto</b>	<b>6</b>
2.1	Perusosat	6
2.2	Säätimet	6
2.3	Laiterakenteet	7
2.4	Langansyöttölaite ja sen toiminta	7
2.5	Langanjohdin	8
2.6	Kaasusuutin	8
2.7	Kontaktisuutin	8
2.8	MIG/MAG-hitsauskoneen valinta	9
2.9	MIG/MAG-hitsauspistoolin valinta	9
2.10	Suojakaasuletku	9
<b>3</b>	<b>MIG/MAG-hitsauslisäaineet</b>	<b>10</b>
3.1	Lisäainehalkaisijan valinta	10
3.2	Lisäaineiden varastointi ja säilytys	10
<b>4</b>	<b>MIG/MAG-hitsauksen suojakaasut</b>	<b>11</b>
4.1	Suojakaasun vaikutus ja tehtävät	11
4.2	Suojakaasun ohjaus	11
4.3	MIG/MAG-hitsaussuojakaasujen valinta	12
4.3.1	Valintataulukko	12
4.3.2	Suojakaasujen koostumus ja merkintä	12
4.3.3	Suojakaasut seostamattomien ja niukkaseosteisten terästen hitsaukseen	13
4.3.4	Suojakaasut ruostumattomien ja haponkestävien terästen hitsaukseen	13
4.3.5	Suojakaasut alumiinin, kuparin ja niiden seosten hitsaukseen	14
<b>5</b>	<b>Hitsausparametrien valinta ja kaarialueet</b>	<b>15</b>
5.1	Hitsausparametrien valinta	15
5.2	Kaarialueet	15
5.2.1	Lyhytkaarihitsaus	15
5.2.2	Välikaarihitsaus	17
5.2.3	Kuumakaarihitsaus	17
5.2.4	Pulssikaarihitsaus	18
<b>6</b>	<b>Suoritustekniikka</b>	<b>19</b>
6.1	Putken lyhytkaarihitsaus	19
6.2	V-railon hitsaus pystyasennossa	19
6.3	V-railon pohjapalon hitsaus pystyasennossa	20
6.4	Hitsauspistoolin etäisyyden ja asennon vaikutus	20
6.5	Hitsausnopeuden ja valokaaren pituuden vaikutus	21
6.6	Hitsauspistoolin kohdistaminen	21
<b>7</b>	<b>Hitsaussprayn käyttö MIG/MAG-hitsauksessa</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Ruostumattomien ja haponkestävien terästen hitsaus</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>Alumiinin MIG-hitsaus</b>	<b>22</b>

# Arvoisa lukija.

Luet nyt uusittua painosta "Käytännön ohjeita MIG/MAG-hitsaukseen" -opasta, joka on täydennetty vastaamaan tämän päivän tarpeita. Opas on tarkoitettu MIG/MAG-hitsaajille, mutta se soveltuu myös muille hitsauksen parissa työskenteleville. Teksti sisältää perustiedot ko. hitsausprosessista, laitteistoista pullosta polttimeen, hitsausparametrien säädöistä sekä suojakaasun valinnasta, niiden ominaisuuksista ja standardin mukaisista merkinnöistä.

Miellyttäviä hetkiä hitsauksen parissa.  
Helmikuu 2014



EWT/IWT Tuomo Kuusisto  
Oy AGA Ab  
4. uudistettu painos, 2014

# 1 MIG/MAG-hitsaus.

## 1.1 Prosessikuvaus

MIG/MAG-hitsauksessa lisäainelankaa syötetään hitsauspistoolin lävitse valokaareen, joka palaa lisäainelangan ja työkappaleen välillä. Suojakaasu johdetaan kaasupullosta virtaussäätimen ja magneettiventtiilin avulla hitsauspistoolin kaasusuuttimeen. Hitsausvirta johdetaan virtalähteestä hitsauspistoolin ja kontaktisuuttimen avulla lisäainelankaan. Virtalähteellä muokataan verkkovirta hitsaukseen sopivaksi. Maadoituskaapeli yhdistää sähköisesti virtalähteen ja työkappaleen.

MIG = Metal Inert Gas welding

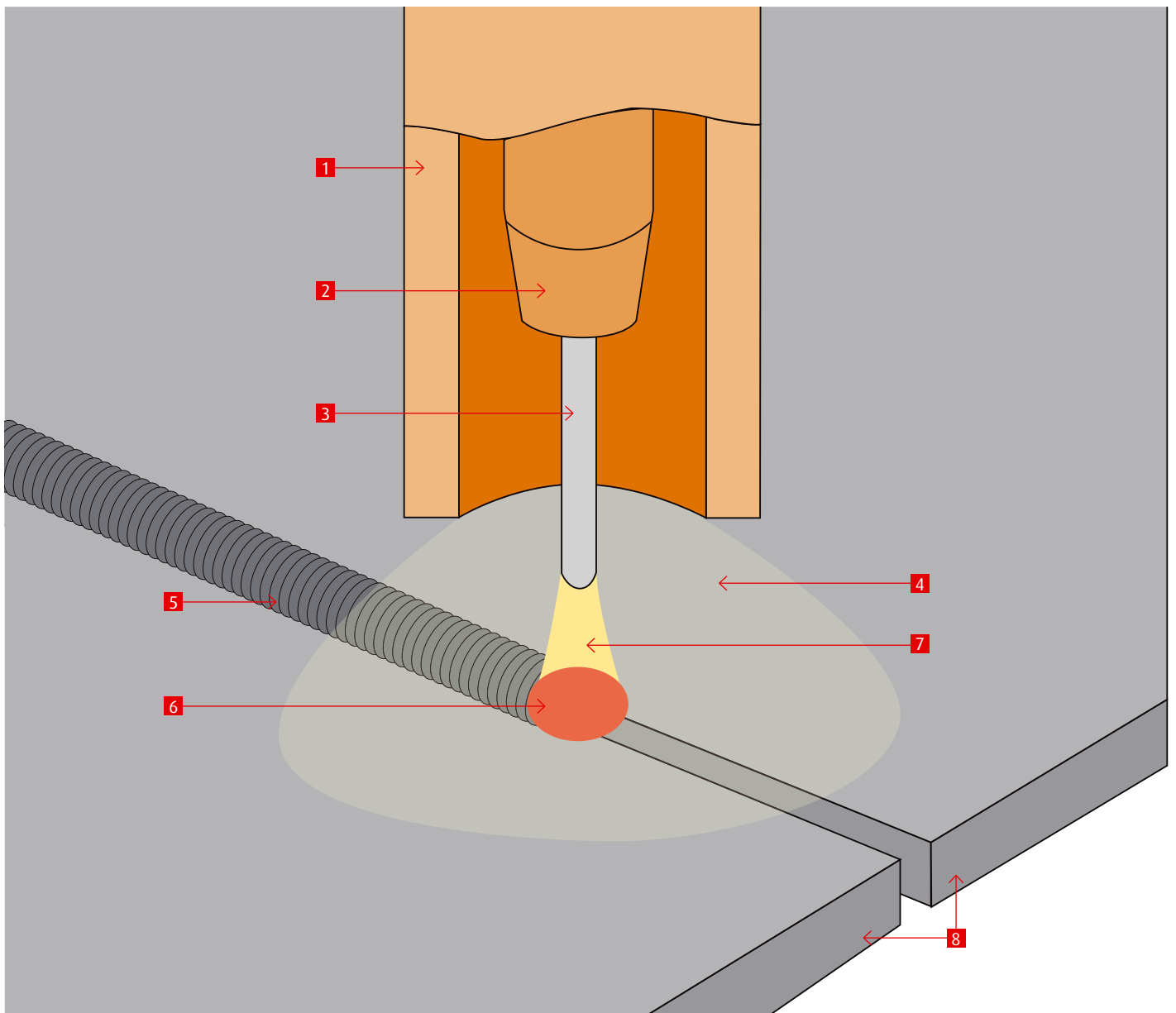
MAG = Metal Active Gas welding

Inerttejä eli reagoimattomia kaasuja ovat argon (Ar), helium (He) ja niiden seokset.

Aktiivisia eli hapettavia kaasuja ovat hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), happi (O<sub>2</sub>) ja niiden argonpohjaiset seokset (Ar + CO<sub>2</sub>, Ar + O<sub>2</sub>, Ar + CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>, Ar + He + CO<sub>2</sub>, Ar + He + O<sub>2</sub>).

## MIG/MAG-hitsaus

1 Kaasusuutin 2 Kontaktisuutin 3 Lisäainelanka 4 Suojakaasu 5 Valokaari 6 Valokaari 7 Perusmateriaali (työkappale)

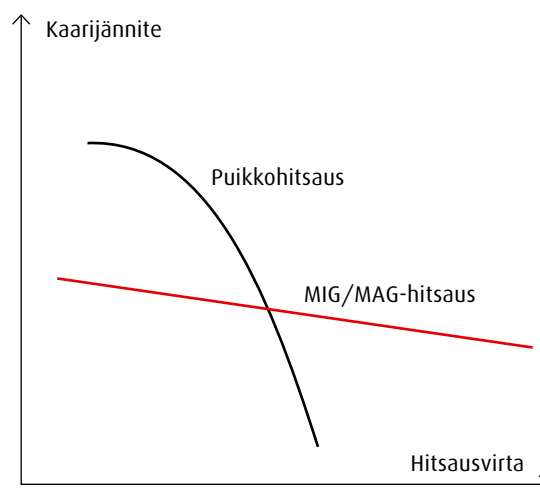


### 1.2 MIG/MAG-hitsauksen sähköinen toimintaperiaate

Hitsausvirran ja kaarijännitteen suhde muuttuu eri hitsausmenetelmissä eri tavoin. MIG/MAG-hitsausvirtalähteen ominaiskäyrä on lähes vaakasuora. Tämä mahdollistaa vakaan valokaaren.

MIG/MAG-hitsauksessa käytettävä virtalähde on vakiojännitetasasuuntaaja. Tämä saa aikaan kaariominaisuudet, joiden vaikutuksesta valokaari pysyy hitsauksen aikana säädetyn pituisena.

Hitsauskone muuttaa hitsausvirtaa automaattisesti valokaaren pituuden muuttuessa kohtuullisissa rajoissa. Kun pistooli viedään työkappaletta kohti, valokaari lyhenee ja jännite laskee. Virtalähde vastaa tähän nostamalla hetkellisesti virtaa, minkä ansiosta lanka sulaa nopeammin ja valokaaren pituus ja jännite palaavat alkuperäisiin arvoihin. Jos hitsaaja tekee päinvastoin, kaaren pituus ja jännite kasvavat. Virtalähde pienentää virtaa, jolloin langan sulaminen hidastuu ja valokaari lyhenee.



Hitsausvirtalähteiden ominaiskäyrät.

### 1.3 Kuristimen vaikutus

MIG/MAG-hitsauksessa nopeat virta- ja jännitemuutokset ovat olennainen osa hitsaustapahtumaa. Muutosten nopeutta on pystyttävä säätelemään. Tässä säätelyssä on välttämätön hitsausvirtapiiriin sijoitettu kela eli kuristin.

Lyhytkaarihitsauksessa kuristimen merkitys on seuraavanlainen:

- Kuristimella pyritään rajoittamaan oikosulun aikana hitsausvirtaa siten, että se ei pääse nousemaan liian korkeaksi. Liian korkea virta voisi aiheuttaa pisaran irrotessa lisäaineesta räjähdyskaltaisen ilmiön, joka häiritsisi hitsaustapahtumaa ja lisäisi samalla roiskeenmuodostusta.
- Kuristin säätää aikayksikössä tapahtuvien oikosulkujen lukumäärää ja paloaikaa. Paloajan säätö perustuu kuristinkelan virran nousua ja laskua vastustavaan ominaisuuteen (induktanssi).
- Lyhytkaarihitsauksessa kuristimen asento valitaan käytetyn lisäaineen koostumuksen ja suojakaasun mukaan.
- Käytännössä suuremmalla kuristimen asennolla saadaan pehmeämpi valokaari ja vähemmän oikosulkuja (n. 20-100 kpl/s). Pienemmällä kuristimen asennolla saadaan kovempi valokaari ja enemmän oikosulkuja (n. 100-200 kpl/s).

Kuumakaarihitsauksessa kuristimen asennolla ei ole kovin suurta merkitystä. Poikkeuksena on kuitenkin täytelankahitsaus.

### 1.4 MIG/MAG-hitsauksen edut

- suoritustekniikka on helppo oppia
- suuri hitsiaineen tuotto (kg/h)
- korkea kaariaikasuhde
- helppo mekanisoida
- ei lisäainehävikkiä kuten puikkohitsauksessa
- hitsiaineen tuotto samalla lisäainemäärällä suurempi kuin puikkohitsauksessa (pienemmät lisäainekustannukset)
- hitsaus kaikkiin ainevahvuuksiin 1-2:lla lisäainevahvuudella
- hitsaus kaikissa asennoissa
- hyvät ohutlevyhitsausominaisuudet
- hitsausnopeus suurempi kuin puikkohitsauksessa
- vähemmän oikaisutyötä (alhaisempi lämmöntuonti kuin puikkohitsauksessa)
- soveltuu sekä jaksottais- että pistehitsaukseen
- ei kuonanpoistoa
- suuri tunkeuma (kuumakaari)
- pieni hitsin vetypitoisuus
- hyvät hitsin lujuusominaisuudet
- huuруjen ja savujen määrä pienempi kuin puikkohitsauksessa

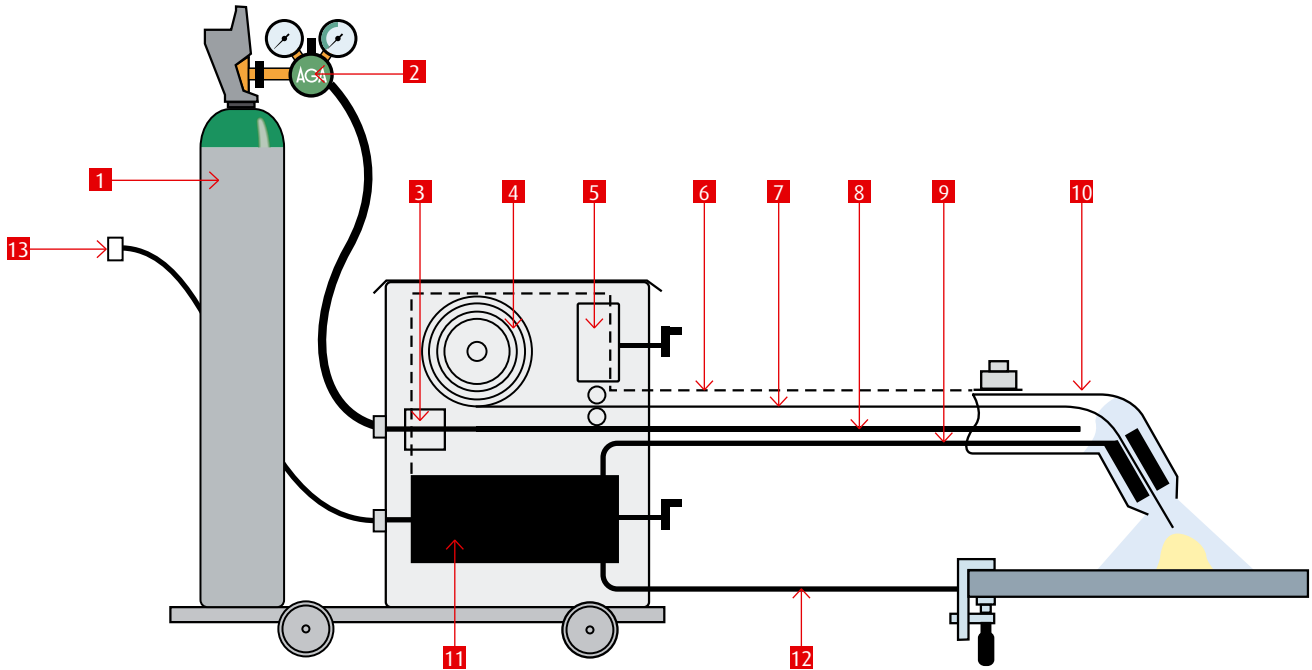
# 2 MIG/MAG-hitsauslaitteisto.

## 2.1 Perusosat

MIG/MAG-hitsauslaitteiston perusosat ovat nähtävissä alla olevasta kuvasta.

### Perusosat

- 1 Suojakaasupullo 2 Virtausmittari 3 Suojakaasun magneettiventtiili 4 Lisäainelankakela 5 Langansyöttölaite 6 Ohjaukkaapeli 7 Langanjohdin 8 Suojakaasuletku (SFS-EN ISO 3821 standardin mukaan) 9 Hitsausvirtakaapeli 10 Hitsauspistooli 11 Virtalähde (tasasuuntaaja) 12 Maadoituskaapeli 13 Verkkoliitäntä



## 2.2 Tavallisimmat säätimet

Alla olevassa kuvassa on esimerkki MIG/MAG-hitsauslaitteiston tavallisimmista säätimistä.



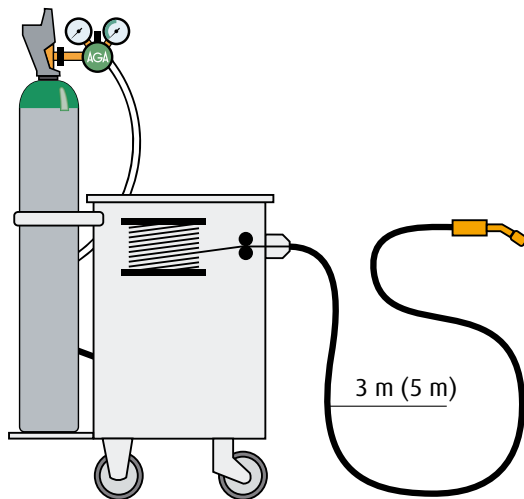
### Tavallisimmat säätimet

- 1 Langansyöttöpotentiometri 2 Piste- ja jaksohitsausajan potentiometrit  
3 Kaarijännitteen säätökytin 4 Virtakytin (ON/OFF)  
5 Hitsauspistoolin liitäntä 6 Kuristimien liitännät

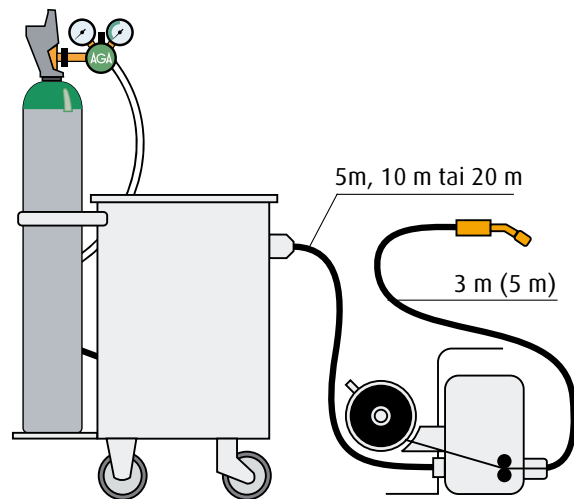
### 2.3 Laiterakenteet

MIG/MAG-hitsauslaitteet voidaan rakentaa eri periaatteita soveltaen. Tavanomaiset pienet MIG/MAG-laitteet ovat kuvan A mukaisia. Ne on varustettu työntävällä langansyötöllä. Kun halutaan etäisyyttä virtaläh-

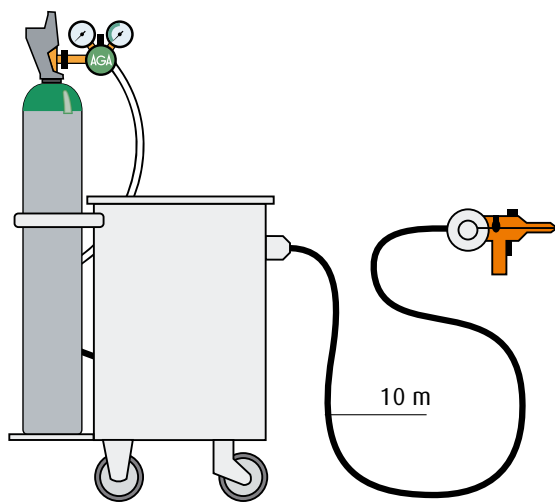
teen ja hitsauspistoolin välille, voidaan käyttää kuvan B ratkaisua, jossa langansyöttölaite ja virtalähde ovat erillään. Ratkaisussa C ja D hitsauspistoolissa on vetolaite. Syötettäessä alumiinilankoja pitkiä matkoja on ratkaisu D paras.



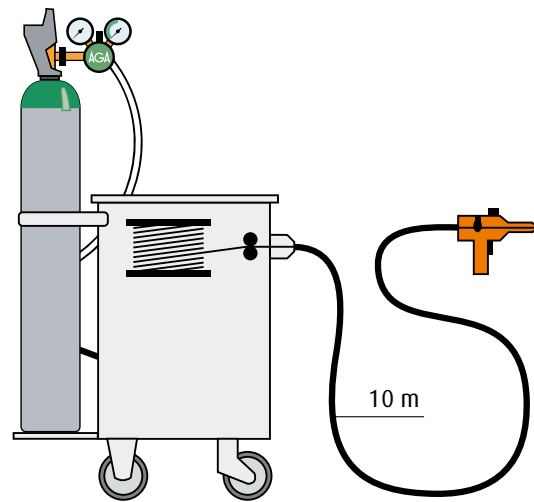
A. Virtalähteeseen rakennettu langansyöttölaite.



B. Yleislaite.



C. Pieni lisäainelankakela sijoitettu pistooliin.



D. Lisäainelankaa työntävä ja vetävä laite.

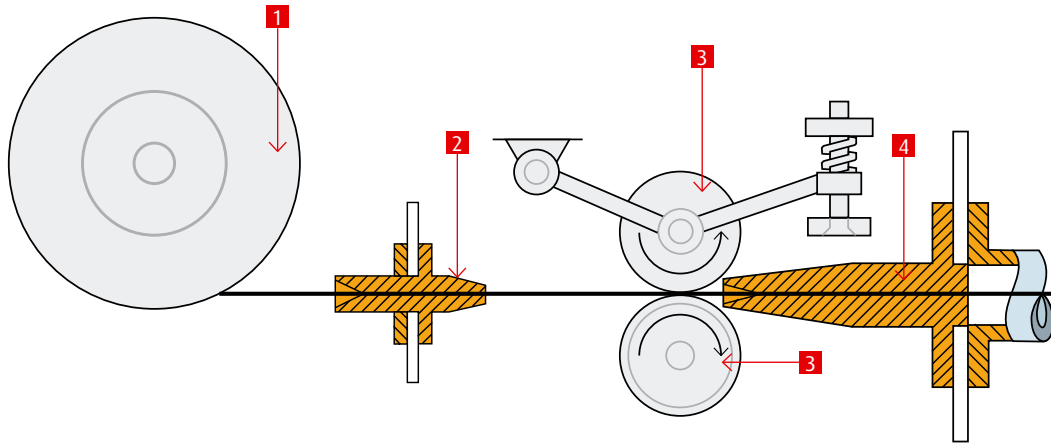
### 2.4 Langansyöttölaite ja sen toiminta

- Lankakelan pitimen kireys (jarrutusvoima) säädetään siten, ettei täysi lankakela pääse hitsauksen loputtua pyörähtämään liikaa ja lanka purkautumaan. Liika kireys kuormittaa syöttömoottoria ja saattaa aiheuttaa langansyöttöhäiriöitä.
- Langansyöttöura valitaan lankahalkaisijan mukaan. Normaalisti syöttörullien ura valitaan siten, että teräslangat syötetään V-muotoista ja alumiinilangat U-muotoista syöttöuraa käyttäen.
- Hitsattaessa täytelangalla voidaan käyttää samoja langansyöttörullia kuin umpilangallakin. Käyttämällä pyällettyjä langansyöttörullia tai ns. telilangansyöttörullastoa saadaan täytelankahitsaukseen varma, häiriötön langansyöttö. Tällöin myöskään langansyöttörullien kireyttä ei tarvitse pitää niin tiukalla kuin tavanomaisilla langansyöttörullilla.

- Langansyöttörullien kireys säädetään siten, että suuttimen kärjessä langasta sormilla kiinni pidettäessä langansyöttörullat pyörivät tyhjä. Tätä ennen kuitenkin varmistetaan hitsauspistoolin langanjohtimen kunto ja puhtaus.
- Liian suuri puristusvoima langansyöttörullissa aiheuttaa kuparoinnin irtoamista langasta, mikä tukkii langanjohtimen ja kontaktisuuttimen ja aiheuttaa langansyöttöhäiriöitä. Lanka myös muovautuu soikeaksi eikä kulje kunnolla kontaktisuuttimen läpi.
- Langan ohjaussuuttimen pitää olla mahdollisimman lähellä syöttörullia, siinä ei saa olla epäpuhtauksia, eikä se saa olla liian väljä, jotta langansyöttö toimisi.

## MIG/MAG-hitsauskoneen langansyöttölaitteiston osat

1 Lisäainelankakelan pidin 2 Langanohjaussuutin 3 Langansyöttörullat 4 Langanohjaussuutin pistooliliitäntään



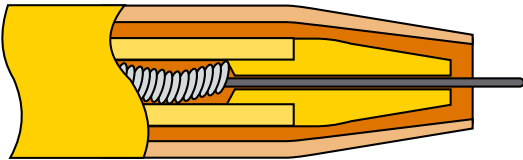
### 2.5 Langanjohdin

#### Valinta lisäainelankahalkaisijan mukaan

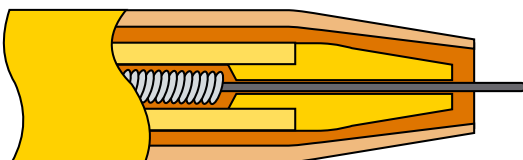
Väljän langanjohtimen haittana on, että lanka pääsee taipumaan johtimen sisällä ja tulee epätasaisesti suuttimen kärjestä ulos. Sopiva langan vapaa liike johtimen sisällä on n. 5-10 mm (esim. Ø1,0 mm umpilangalle valitaan Ø 0,8-1,2 mm:n Fe-langanjohdin).

#### Valinta lisäainetyypin mukaan

- Esim. alumiinille ja ruostumattomalle teräkselle valitaan teflonlanganjohdin. Teflonlanganjohtimen pitäisi ulottua syöttörulliin asti yhtäjaksoisena.
- Langanjohtimen pituus on mitoitettava oikein, ks. kuva.
- Langanjohtimen ja koko syöttöjärjestelmän säännöllinen puhdistaminen lankakelan vaihdon yhteydessä on tärkeää.
- Mitä suurempa hitsauspistoolin monitoimijohdin on, sitä varmempi on langansyöttö.



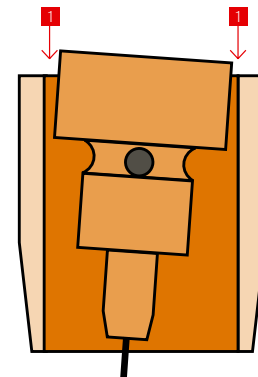
Väärin



Oikein

### 2.6 Kaasusuutin

- Kaasusuuttimen pitää olla hyväkuntoinen eikä siinä saa olla roiskeita. Suuttimen on oltava hyvin paikoillaan ja on varmistettava, että se myös kuumetessaan pysyy paikoillaan.
- Kierteellisen suuttimen avulla voidaan välttyä edellä mainituilta haitoilta.
- Riittävän massiivinen suutin kestää mm. kuumakaarihitsausta.



1 Ilmavirta

Kaasusuutin vinossa. Ilmaa imeytyy kaaritilaan ja seurauksena on huokosmuodostus.

### 2.7 Kontaktisuutin

#### Valinta lisäainehalkaisijan ja kaarialueen mukaan

- Lyhytkaarihitsauksessa käytetään lisäainehalkaisijan mukaista suuttinkokoa (esim. Ø 0,6 mm langalle valitaan Ø 0,6 mm suutin).
- Kuumakaarihitsauksessa käytetään lisäainehalkaisijaa väljempää suuttinkokoa (esim. Ø 1,0 mm langalle valitaan Ø 1,2 mm suutin).
- Kontaktisuutin ja suutrinrunгон kaasuvirtausaukot puhdistetaan roiskeista, jotta kaasun virtaus saadaan tasaiseksi ja määrältään oikeaksi.



## 2.8 MIG/MAG-hitsauskoneen valinta

125A - 200A MIG/MAG-laite harrastelijoille ja kotitarvehitsaajille

→ ohutlevyhitsaukseen (0,5 mm - max 5 mm) esim. autopeltityöt

200A - 250A MIG/MAG-laite kotitarvehitsaajille ja ammattikäyttöön

→ jatkuvaan ohutlevyhitsaukseen (0,5 mm - 2,5 mm)

→ voidaan hitsata jo paksumpiakin aineita, riippuen railotyypistä ja hitsausasennosta

Yli 300A MIG/MAG-laite keskiraskaaseen ja raskaaseen teollisuuteen

→ hitsattavat levyn paksuudet n. 1,0 mm:stä ylöspäin

→ kuumakaarihitsaukseen

→ teräksen, alumiinin, ruostumattoman teräksen hitsaukseen sekä täytelankahitsaukseen kaikilla levyn paksuuksilla

## 2.9 MIG/MAG-hitsauspistoolin valinta

→ Hitsauspistooli valitaan kuormituksen mukaan.

→ Lyhytkaarihitsaukseen, putki- ja asentohitsaukseen taipuisa pienempikokoinen pistooli.

→ Kuumakaari- ym. hitsaukseen nestejäähdytteinen pistooli.

→ Työntö-veto (push-pull) pistoolia käytetään, kun kyseessä on jatkuva tai vaativampi alumiinin hitsaus. Samoin teräslangalle, jos työn luonne vaatii laajan työalueen (yli 4,5 m:n syöttömatkoille).

Työntö-veto pistooleita on sähkö- ja paineilmakäyttöisiä, ne ovat myös joko kaasui- tai nestejäähdytteisiä.

## 2.10 Suojakaasuletku

→ Käytä SFS-EN ISO 3821 standardin mukaista mustan väristä suojakaasulettoa, joka on myös tiiveydeltään paras suojakaasukäyttöön.

→ Mitoita suojakaasuletto mahdollisimman lyhyeksi.

→ Huomioi koko suojakaasujärjestelmän (pullosta kaasusuuttimen kärkeen) kaasutiiveys. POISTA SUOJAKAASUVUODOT. (Turvallisuus!)

→ Suojakaasuvuodot aiheuttavat myös hitseihin huokosongelmia.

# 3 MIG/MAG-hitsauslisäaineet.

## 3.1 Lisäainehalkaisijan valinta

### Seostamaton ja niukkaseosteinen teräs

	Umpilanka Ø mm	Täytelanka Ø mm
Ohutlevy- ja asentohitsaus	0,6 - 0,8	—
Kuumakaari- ja asentohitsaus	0,8 - 1,2	0,9 - 1,2
Kuumakaari-, ala- ja jalkopienahitsaus	1,0 - 1,6	1,2 - 1,6
Pohjamaalattut materiaalit	(1,0 - 1,6)	1,2 - 1,6

### Ruostumaton ja haponkestävä teräs

	Umpilanka Ø mm	Täytelanka Ø mm
Lyhytkaari-, kuumakaari ja asentohitsaus	0,8 - 1,0	—
Kuumakaari-, ala- ja jalkopienahitsaus	1,0 - 1,2	1,2 - 1,6

Lisäaine valitaan perusaineen mukaan.

Sekaliitoksissa (seostamaton/ruostumaton teräs) käytetään yliseostettua lisäainelankaa.

### Alumiini

	Umpilanka Ø mm
Yli 3 mm:n ainevahvuuksille	1,0 - 1,2
Pulssikaarihitsaus, paksut ainevahvuudet	1,2 - 1,6

Lisäaine valitaan perusaineen mukaan.

Yleissääntönä alumiinin lisäainevalinnassa on muistettava, että hitsin pitää sisältää sama määrä tai mielellään enemmän piitä ja magnesiumia kuin perusaineen. Mikäli näin ei ole, saattavat perusaineen raerajat olla vielä sulana kun hitsiaine on jo jähmettynyt. Tällöin liitos repeää hitsin vierestä, kun kutistumisjännitykset alkavat vaikuttaa.

## 3.2 Lisäaineiden varastointi ja säilytys

Kaikki MIG/MAG-hitsauslisäainelankatyypit on syytä säilyttää kuivassa pölyttömässä paikassa, mieluiten suljettuina ennen käyttöönottoa. Oikein säilytetyn lisäainelangan laatua eivät ruoste, kosteus ja pöly pääse heikentämään.

Jos pyritään erityisesti minimoimaan huokosmuodostusta, yli vuotta vanhempaa Al-hitsauslankaa ei yleensä tulisi käyttää. Lisäainelangan paksun hapettumakalvon sisältämästä kosteudesta joutuu hitsiin vetyä, joka aiheuttaa huokosia. Jo Al-lisäaineeseen paljain käsin koskeminen saattaa näkyä huokosina hitsissä.

Kts. lisäaineet kirja: Yleiset varastointi- ja kuivausohjeet.

# 4 MIG/MAG-hitsauksen suojakaasut.

## 4.1 Suojakaasun vaikutus ja tehtävät

Erilaisten seostamattomien ja niukkaseosteisten terästen hitsauksessa käytetään yleisimmin argonpohjaisia seoskaasuja, joilla saavutetaan puhtaaseen hiilidioksidiin nähden suurempi hitsausnopeus. Seoskaasuilla myös hitsauskoneen säädöt on helpompi suorittaa.

Mitä vähemmän suojakaasussa on hiilidioksidia tai happea, sitä puhtaampi (vähemmän oksidisulkeumia) hitsiaineesta saadaan. Matalammalla hiilidioksidipitoisuudella roiskeita syntyy vähemmän ja hitsisulalla on parempi juoksevuus ja perusaineen kostutus. Hitsipalosta tulee matalakupuinen ja perusaineeseen hyvin liittyvä.

### Suojakaasu vaikuttaa

- hitsausnopeuteen
- hitsauskoneen säädettävyyteen
- kaaritapahtuman tasaisuuteen
- roiskeiden kokoon ja määrään, sekä niiden muodostumiseen
- tunkeuman syvyyteen ja muotoon
- hitsikuvun korkeus-levyysuhteeseen
- hitsin lujuusominaisuuksiin
- työn laatuun
- hitsattavan kappaleen viimeistelyyn
- työturvallisuuteen, puhtauteen ja viihtyvyyteen
- hitsauskustannuksiin

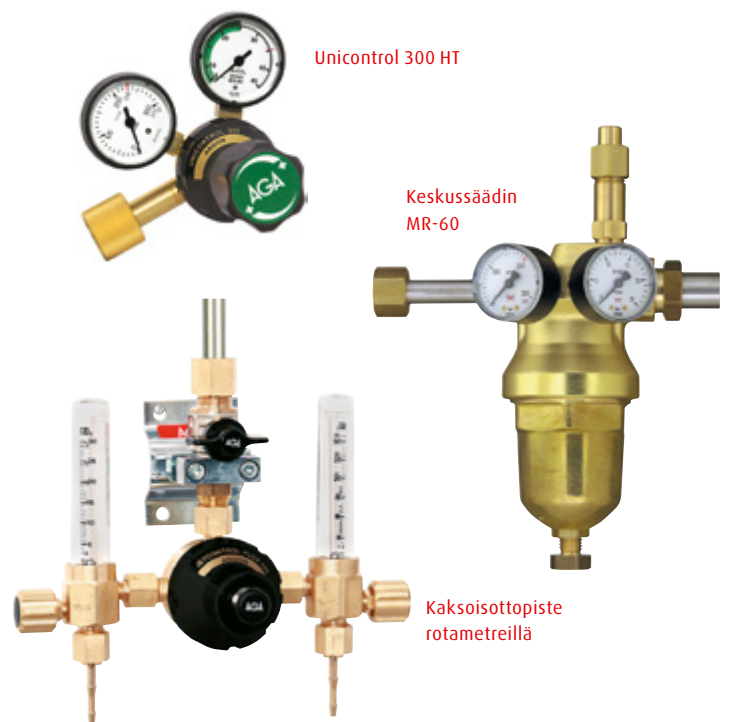
### Suojakaasun tehtävät

- Suojaa hitsisulaa, lisäainelangan päätä ja sulia lisäainepisaroi-  
t ilman hapelta ja typeltä.
- Luo valokaarelle edellytykset palaa toivotulla tavalla.
- Jäähdyttää pistoolin osia.
- Johtaa valokaaren lämpöä työkappaleeseen.
- Optimoii valitun hitsausprosessin.

## 4.2 Suojakaasun ohjaus

Hitsauspaikalla käytetään tavallisesti kaasupullossa toimitettavaa suojakaasua. Suojakaasupullojen koot vaihtelevat 5 ja 50 litran välillä. Suojakaasua niissä on kaasutyyppistä riippuen 1,1 - 12,4 m<sup>3</sup>, litroissa 1100 - 12400 l.

Kaasukaarihitsauksessa käytetään kaasunsäätiminä vakiovirtaussäätimiä kuten esimerkiksi Unicontrol 300 HT:tä. Paineensäätimet eivät sovellu käytettäväksi, johtuen kaasun virtausmäärän suuresta vaihtelusta ja käytettävillä virtauksilla esiintyvistä epätarkkuuksista. Kiinteässä kaasukeskusjärjestelmässä käytetään suuritehoista MR-60 -tyyppistä säädintä keskussäätimenä. Kaasuverkostossa on käytettävä suojakaasuhitsaukseen tarkoitettuja kaasunottopisteitä. Vaatimukset täyttävät suojakaasun ottopisteet on varustettu tarkalla ja helpposäätöisellä virtausmittarilla, jonka avulla saadaan vakaa suojakaasun virtaus riippumatta kaasun paineesta. Jos suojakaasuverkostossa käytetään tavanomaisia kaasupullojen virtaussäätimiä keskussäätimen sijasta, saattaa kaasuvirtaus vaihdella kesken hitsausta. Tästä on seurauksena hitsauksen laadun heikkeneminen esim. huokoisuuden muodossa.



### 4.3 MIG/MAG-hitsaussuojakaasujen valinta

#### 4.3.1 Valintataulukko

##### Suojakaasujen valintataulukko MIG/MAG-hitsaukseen

Materiaali	MISON® AR	MISON® HE30	MISON® N2	MISON® 2	MISON® ZHE	MISON® 8	MISON® 18	MISON® 25	ARGON	VARIGON® HE50	VARIGON® HE70	CRONIGON® S2	CRONIGON® HE	CORGON® 3	CORGON® 8	CORGON® 18	CORGON® 25	HIILIDIOKSIDI
Seostamattomat ja niukkaseosteiset teräkset					■	●	▲											
Ruostumattomat teräkset, austeniittiset			●	■								▲		■				
Ruostumattomat teräkset, duplex				●								▲		■				
Ruostumattomat teräkset, super-duplex	▲	■	●	▲	■							▲	■					
Ruostumattomat teräkset, ei-austeniittiset	▲		●	■								■	■					
Alumiini ja sen seokset	●	■							▲	■	■							
Kupari ja sen seokset	●	■							▲	■	■							

● Suositus    ▲ Vaihtoehto    ■ Voi tuoda lisäetuja

#### 4.3.2 Suojakaasujen koostumus ja merkintä

##### Suojakaasujen koostumus, ryhmä ja merkintä standardin SFS-EN ISO 14175 mukaan

Nimi	Koostumus	Ryhmä	Merkintä
MISON® Ar	Ar + 0,03% NO	Z	EN ISO 14175-Z-Ar+NO-0,03
MISON® H2	Ar + 2% H <sub>2</sub> + 0,03% NO	Z	EN ISO 14175-Z-ArH+NO-2/0,03
MISON® N2	Ar + 30% He + 1,8% N <sub>2</sub> + 0,03% NO	Z	EN ISO 14175-Z-ArHeN+NO-30/1,8/0,03
MISON® 2	Ar + 2% CO <sub>2</sub> + 0,03% NO	Z	EN ISO 14175-Z-ArC+NO-2/0,03
MISON® 2He	Ar + 30% He + 2% CO <sub>2</sub> + 0,03% NO	Z	EN ISO 14175-Z-ArHeC+NO-30/2/0,03
MISON® 8	Ar + 8% CO <sub>2</sub> + 0,03% NO	Z	EN ISO 14175-Z-ArC+NO-8/0,03
MISON® 18	Ar + 18% CO <sub>2</sub> + 0,03% NO	Z	EN ISO 14175-Z-ArC+NO-18/0,03
MISON® 25	Ar + 25% CO <sub>2</sub> + 0,03% NO	Z	EEN ISO 14175-Z-ArC+NO-25/0,03
MISON® He30	Ar + 30% He + 0,03% NO	Z	EN ISO 14175-Z-ArHe+NO-30/0,03
Argon	Ar 4.0 (99,990% Ar)	I1	EN ISO 14175-I1-Ar
Argon 4.6	Ar 4.6 (99,996% Ar)	I1	EN ISO 14175-I1-Ar
CORGON® 8	Ar + 8% CO <sub>2</sub>	M20	EN ISO 14175-M20-ArC-8
CORGON® 18	Ar + 18% CO <sub>2</sub>	M21	EN ISO 14175-M21-ArC-18
CORGON® 25	Ar + 25% CO <sub>2</sub>	M21	EN ISO 14175-M21-ArC-25
CORGON® 3	Ar + 5% CO <sub>2</sub> + 5% O <sub>2</sub>	M23	EN ISO 14175-M23-ArCO-5/5
CRONIGON® He	Ar + 30% He + 1% O <sub>2</sub>	M13	EN ISO 14175-M13-ArHeO-30/1
CRONIGON® S2	Ar + 2% O <sub>2</sub>	M13	EN ISO 14175-M13-ArO-2
VARIGON® He50	Ar + 50% He	I3	EN ISO 14175-I3-ArHe-50
VARIGON® He70	Ar + 70% He	I3	EN ISO 14175-I3-ArHe-70
VARIGON® H5	Ar + 5% H <sub>2</sub>	R1	EN ISO 14175-R1-ArH-5
VARIGON® H35	Ar + 35% H <sub>2</sub>	R2	EN ISO 14175-R2-ArH-35
Helium	He 4.6 (99,996% He)	I2	EN ISO 14175-I2-He
FORMIER® 10	N <sub>2</sub> + 10% H <sub>2</sub>	N5	EN ISO 14175-N5-NH-10
Hiilidioksidi	CO <sub>2</sub> 2.8 (99,8% CO <sub>2</sub> )	C1	EN ISO 14175-C1-C

MISON® suojakaasut poistavat hitsauksessa syntyvää otsonia ja parantavat hitsaajan työympäristöä.

#### 4.3.3 Suojakaasut seostamattomien ja niukkaseosteisten terästen hitsaukseen

**MISON® 25** on yleiskaasu kaikille kaarialueille.

Suuri hitsausnopeus ja vähäroiskeisuus parantavat hitsauksen taloudellisuutta. Valokaari on vakaa ja hitsauskoneen säätö on helppoa. Asento- ja ohutlevyhitsausominaisuudet ovat hyvät. Suojakaasulla on kuumakaarella erinomainen epäpuhtauksien sietokyky ja se antaa tiiviin hitsin epäedullisissakin olosuhteissa. Hitsipalon liittyminen perusaineeseen on juoheva ja hitsin kupu matala. Hitsaushuuruun ja -savun muodostuminen on selvästi vähäisempää kuin hiilidioksidilla. Poistaa hitsauksen aikana syntyvää haitallista otsonia.

**MISON® 18** antaa matalan hitsin ja vähäroiskeisen hitsaustapahtuman kaikilla kaarialueilla. Sopii hyvin yleiskaasuksi. Poistaa hitsauksen aikana syntyvää haitallista otsonia.

**MISON® 8** antaa suuren hitsausnopeuden, vähän roiskeita ja pintakuonaa. Hitsikupu on matala, valokaari on vakaa ja lisäaineen hyötyluku on korkea. **MISON® 8** on paras vaihtoehto tavoiteltaessa suurinta tuottavuutta robotisoidussa tai mekanisoidussa hitsauksessa. Suojakaasu on tarkoitettu ennen muuta kuumakaari- ja pulssikaarihitsaukseen. Sopii suojakaasuksi kaikille kaarialueille. Poistaa hitsauksen aikana syntyvää haitallista otsonia.

#### 4.3.4 Suojakaasut ruostumattomien ja haponkestävien terästen hitsaukseen

**MISON® 2** soveltuu tavanomaisten austeniittisten laatuojen (esimerkiksi AISI 304 ja 316), ferriittisten sekä vakiolaatuisten duplex-terästen MAG-hitsaukseen. Pääsääntöisesti soveltuu myös tulenkestäville teräksille (poikkeuksena esim. 253 MA, jolle paras vaihtoehto **MISON® Ar**).

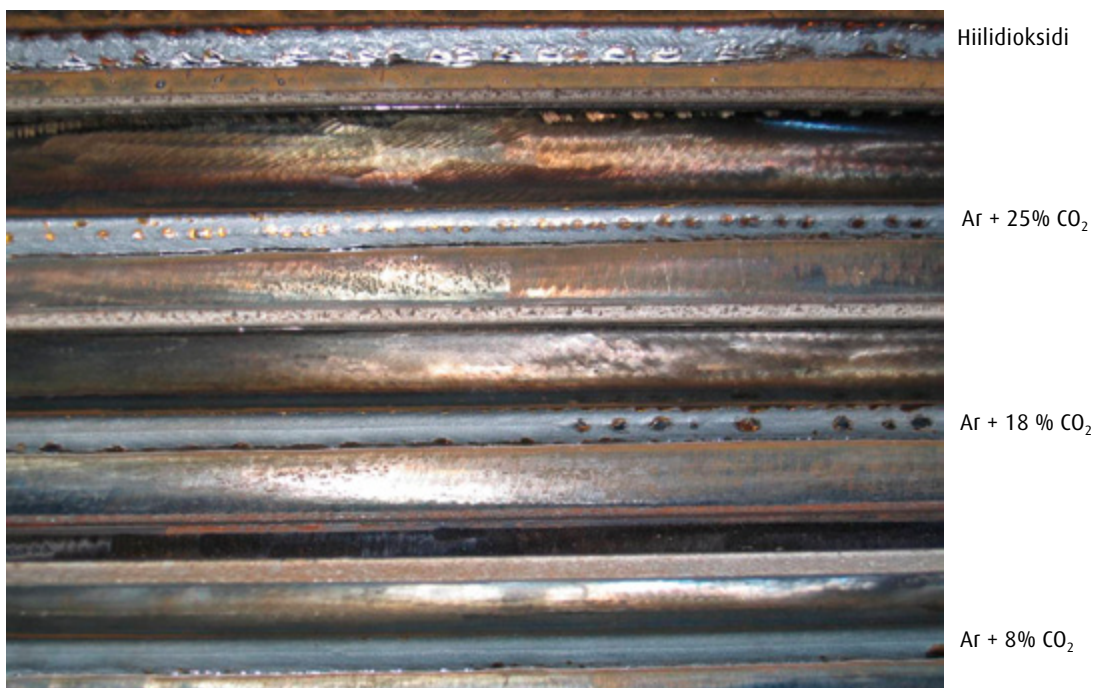
Soveltuu sekä lyhytkaari-, kuumakaari- että pulssikaarihitsaukseen. Vähän roiskeita ja pintakuonaa, hyvä tunkeuma ja matala hitsikupu. Poistaa hitsauksen aikana syntyvää haitallista otsonia.

**MISON® 2He** soveltuu tavanomaisten austeniittisten laatuojen, ferriittisten sekä vakiolaatuisten duplex-terästen MAG-hitsaukseen. Soveltuu sekä lyhytkaari-, kuumakaari- että pulssikaarihitsaukseen. Vähän roiskeita ja pintakuonaa, hyvä tunkeuma ja matala hitsikupu. Mahdollistaa suuren hitsausnopeuden. Suositellaan etenkin paksumpien materiaalien hitsaukseen. Poistaa hitsauksen aikana syntyvää haitallista otsonia.

**MISON® N2** soveltuu runsasseosteisten austeniittisten (esim. SMO) ja superduplex-terästen MIG-hitsaukseen. Typpiseostus vähentää typen katoa hitsiaineessa (vähentää piste- ja rakokorroosioriskiä). Hyvin vähän hapettunut hitsi. Heliumseostus parantaa hitsin kostutuskykyä ja tunkeumaa sekä mahdollistaa suuremman hitsausnopeuden. Soveltuu myös pulssihitsaukseen. Poistaa hitsauksen aikana syntyvää haitallista otsonia.

**CRONIGON® He** on yleiskaasu, jolla on laaja käyttöalue. Soveltuu sekä lyhytkaari-, kuumakaari- että pulssikaarihitsaukseen. Vähän roiskeita ja pintakuonaa. Heliumlisäyksen ansiosta parempi sulan juoksevuus, tunkeuma ja suurempi hitsausnopeus. Hyvin liittyvä tasainen hitsi. Ei hiiletä hitsiä. Ei otsonia poistavaa ominaisuutta.

**CRONIGON® S2** on niukkahiilisten (hiilipitoisuus alle 0,03 %) ruostumattomien ja haponkestävien terästen suojakaasu. Hyvät hitsausominaisuudet kuumakaarihitsauksessa. Ei otsonia poistavaa ominaisuutta.



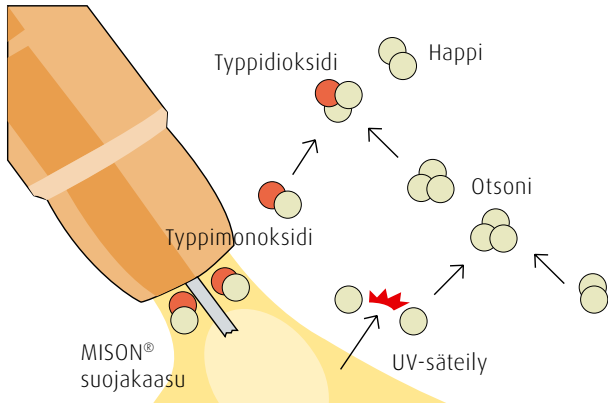
MAG-hitsaus: CO<sub>2</sub>-pitoisuuden vaikutus hitsin ulkonäköön

#### 4.3.5 Suojakaasut alumiinin, kuparin ja niiden seosten hitsaukseen

**MISON® Ar** antaa helposti syttyvän, argonia vakaamman valokaaren. Poistaa hitsauksen aikana syntyvää haitallista otsonia.

**MISON® He30** on yleissuojakaasu paksumman materiaalin MIG-hitsaukseen. Antaa hyvin juoksevan sulan, paremman hitsautumissyvyyden / sivutunkeuman, suuremman hitsausnopeuden sekä vähentää esilämmitystarvetta. Soveltuu myös pulssikaarihitsaukseen. Poistaa hitsauksen aikana syntyvää haitallista otsonia.

#### **MISON® suojakaasun toimintaperiaate**



**MISON® toimii siellä, missä otsonin syntyminen on voimakkainta. MISON® suojakaasujen sisältämä typpimonoksidi reagoi valokaaren UV-säteilyn vaikutuksesta syntyneen otsonin kanssa muodostaen typpidioksidia ja happea. Tuloksena on merkittävästi madaltuneet otsonipitoisuudet hitsaussavussa.**

#### **VARIGON® He50, VARIGON® He70.**

Heliumin määrän kasvaessa lämmöntuonti hitsiin kasvaa. VARIGON-suojakaasut antavat paremman hitsautumissyvyyden / sivutunkeuman ja suuremman hitsausnopeuden. Suositellaan erityisesti paksujen aine-  
envahvuuksien hitsaukseen. Soveltuvat myös pulssikaarihitsaukseen. Ei otsonia poistavaa ominaisuutta.

#### **Otsonipitoisuus ja oireet**

Otsonipitoisuus	Altistusoire
0,05	Ilmassa tuntuu otsonin tuoksu HTP <sub>8h</sub> / ppm (2011) = 0,05 ppm
0,1	kuivumista ja ärtymistä kurkun ja nenän limakalvoilla
0,1 - 1,0	yskä, hengästyminen, rintakipu
1,0 - 3,0	edellämainitut oireet voimistuvat, päänsärky
3,0	kuten edellä, hengitysvaikeudet

# 5 Hitsausparametrien valinta ja kaarialueet.

## 5.1 Hitsausparametrien valinta

MIG/MAG-hitsauksessa hitsausvirta muuttuu langan syöttönopeutta muuttamalla. Langansyöttönopeutta lisättäessä virta suurenee. Hitsausvirran kasvaessa kasvavat myös sulatusnopeus (kg/h) sekä tunkeuma. Sen sijaan hitsausvirran vaikutus palon leveyteen on vähäisempi.

Kaarijännitteen muuttaminen ei yksin vaikuta merkittävästi sulatusnopeuteen. Palon leveys sen sijaan kasvaa jyrkästi kaarijännitteen kasvaessa.

### Hitsausvirran suurentamisesta seuraa:

- lyhyempi valokaari
- kovempi valokaari
- suurempi sulatusnopeus
- suurempi tunkeuma
- kapeampi hitsi
- korkeampi kupu
- pienempi seosaineiden poispalaminen

Hitsausvirran pienentämisellä on päinvastainen vaikutus.

### Kaarijännitteen suurentamisesta seuraa:

- pitempi valokaari
- pehmeämpi valokaari
- leveämpi hitsi
- matalampi kupu
- juoksevampi hitsisula
- suurempi seosaineiden poispalaminen

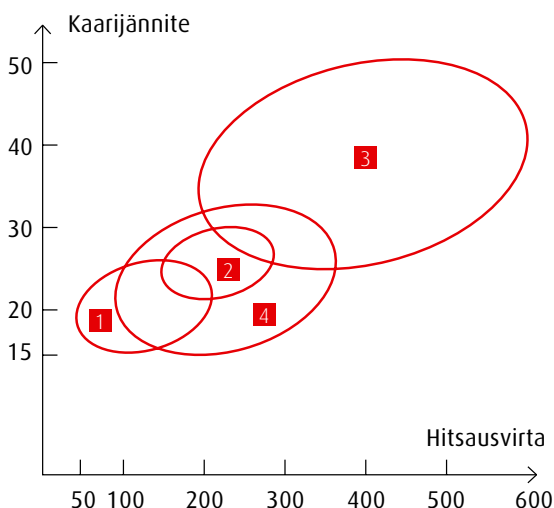
Kaarijännitteen pienentämisellä on päinvastainen vaikutus.

## 5.2 Kaarialueet

MIG/MAG-hitsauslaitetta säätämällä ja eri suojakaasuja käyttäen on mahdollista hitsata erityyppisten kaaritapahtumien avulla.

### Kaarialueet

1 Lyhytkaari 2 Välikaari 3 Kuumakaari 4 Pulssikaari (sykekaari)



## 5.2.1 Lyhytkaarihitsaus

Lyhytkaarihitsauksessa lisäaineen siirtyminen tapahtuu oikosulkujen avulla. Lisäaine muodostaa olkosulun pisaran siirtyessä hitsiin. Oikosulkujen määrä vaihtelee n. 20 - 200 kpl/s suojakaasusta ja kuristimen arvosta riippuen.

Koska valokaari palaa vain osan hitsausajasta, on lämmöntuonti vähäistä. Lyhytkaarihitsaus sopii erittäin hyvin ohuiden aineiden hitsaukseen, koska lämpöpalamisen vaara on pieni.

Lyhytkaarihitsausta käytetään ohutlevy- ja asentohitsaukseen.

Kaarijännite 15 V - 22 V

Hitsausvirta 50 A - 200 A

Kun hitsataan argonpohjaisilla seoskaasuilla, voidaan kaarijännitearvot säätää pienemmiksi kuin hiilidioksidia käytettäessä, valokaaren toimiessa vielä vakaasti. Tästä on suuri etu nimenomaan ohutlevyhitsauksessa, jossa puhkipalamisen vaara on hiilidioksidilla ilmeinen. Samalla kun valokaari toimii vakaasti, hitsaus etenee nopeasti ja saadaan matala juoheva liitos. Tästä johtuen hitsattava kappale kuumenee vähemmän ja oikomisen tarve on pienempi. Toisaalta, jos käytössä on pienitehoinen hitsauskone (esim. 125-150 A), voidaan argonpohjaisilla seoskaasuilla hitsattaessa käyttää suurempaa langansyöttönopeutta eli virtaa kuin hiilidioksidilla. Näin ollen pienemminkin koneilla pystytään hitsaamaan entistä paksumpia aineita.

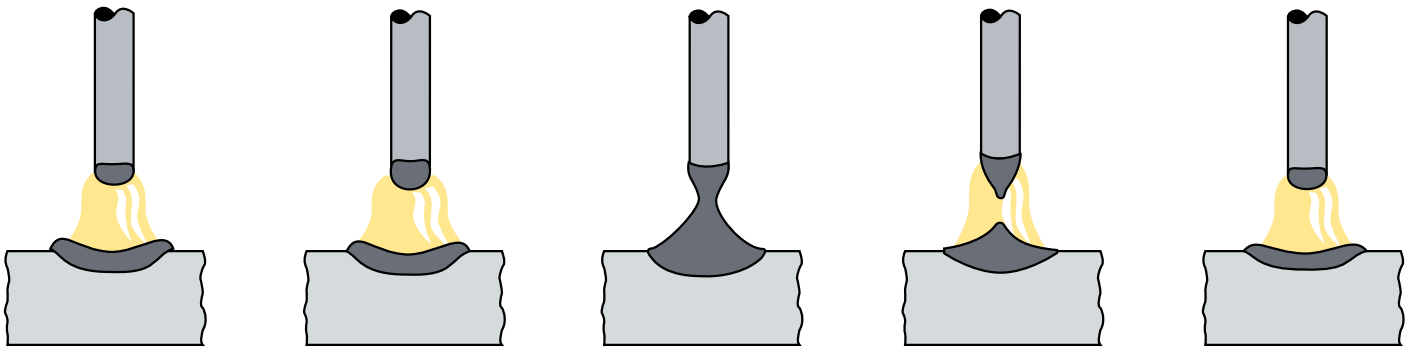
### Hitsausparametrien säätö

Hitsausarvot säädetään:

- perusaineen paksuuden
- railomuodon
- hitsausasennon
- suojakaasun
- lisäainehalkaisijan ja -tyypin mukaan

Lyhytkaarihitsauksessa säädetään ensin kaarijännite virtalähteen säätimistä. Sen jälkeen säädetään langansyöttönopeus (hitsausvirta) valitulle kaarijännitteelle sopivaksi.

- Jos langan syöttönopeus on liian suuri, lisäaine pyrkii työntämään pistoolia ylöspäin, eli "tökkimään". Kaaritapahtuma on kova ja katkonainen.
- Jos syöttönopeus on liian pieni, lisäaineen pää palloutuu ja tarttuu kosketussuuttimeen herkästi kiinni (varsinkin lakihitsauksessa). Liian pienellä syöttönopeudella valokaari on epätasainen ja aiheuttaa roiskeisuutta.



#### Lisäaineen siirtyminen lyhytkaarihitsauksessa

#### Hitsausparametrien säätö hitsausäänen mukaan

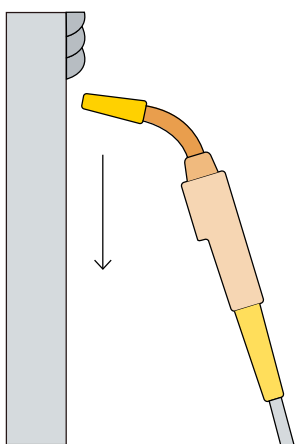
- Hitsausarvojen ollessa oikeat hitsausääni on yhtäjaksoisesti tasainen, pehmeä ja miellyttävän sirisevä.
- Jos ääni on karkea, kova, vaihtelevan rätisevä ja räiskyvä, hitsausarvot eivät ole kohdallaan tai käytössä on CO<sub>2</sub>-suojakaasu.
- Kaasun virtausmäärä 8 - 12 l/min. Kaasun virtausmäärä tarkistetaan kaasusuuttimen kärjestä rotametrin avulla.

#### HUOM!

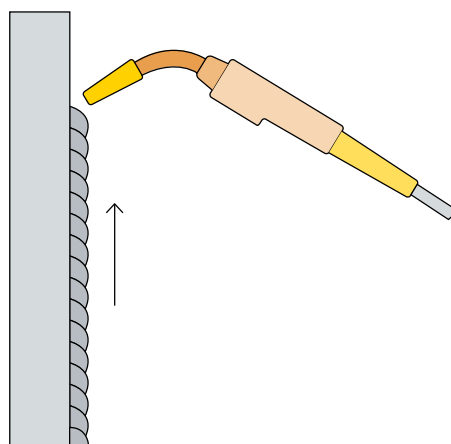
Portaallisia jännitteensäätökytkimiä ei saa säätää valokaaren palaessa, sillä säätäminen voi aiheuttaa säätimen tuhoutumisen. Portaaton langansyöttöä sen sijaan pitää säätää valokaaren palaessa.

#### Suoritustekniikka

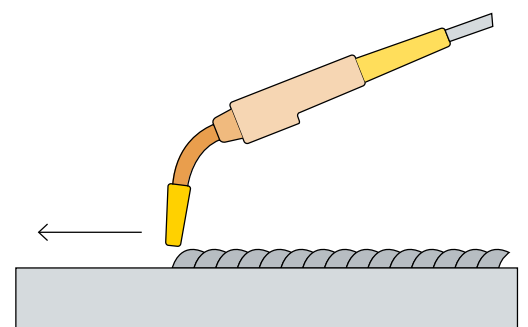
Ohutlevyjen (alle 2,5 mm) pystyhitsien lyhytkaarihitsaus on hyvä suorittaa ylhäältä alaspäin, jotta työkappaleisiin ei viedä liikaa lämpöä ja saadaan kaunis, juoheva liittymä. Ilmarakona päittäisliitoksissa (I-railo) voidaan käyttää lähes levyn paksuutta. Kuva A.



Kuva A



Kuva B



Kuva C

Paksummilla levyillä, joissa käytetään isompia a-mittoja tai kun hitsattavat materiaalit ovat epäpuhtaita, hitsataan alhaalta ylöspäin. Näin saavutetaan kerralla isompi a-mitta ja hitsistä saadaan laadultaan varmempi. Kuva B. Vaativimmissa hitsauksissa hiotaan hitsausrailot puhtaiksi. Ohutlevyjen jalko- ja vaakahitsien lyhytkaarihitsauksissa paras hitsauspistoolin kuljetusasento on työntävä. Näin puhkipalamisen vaara on pienin. Kuva C.



### 5.2.2 Välikaarihitsaus

Lisäaine siirtyy pisaroina sekä osittain oikosulkujen kautta. Suuripisarainen lisäaineen siirtyminen ja vaikuttavat kaarivoimat aiheuttavat roiskeita ja huurujen muodostumisnopeuden kasvua. Välikaarialuetta tulisi välttää.

### 5.2.3 Kuumakaarihitsaus

Kuumakaarihitsauksessa lisäaineen siirtyminen tapahtuu kuvan mukaisesti pieninä pisaroina ilman oikosulkuja. Tämä edellyttää kuitenkin argonpohjaista suojakaasua. Hiilidioksidilla ei oikosuluttomaan, puhtaaseen kuumakaarialueeseen päästä millään virta-/jännitearvoilla. Hiilidioksidia käytettäessä seurauksena on epävakaata valokaari ja hitsausroiskeita. Argonvaltaisemmalla suojakaasulla (esimerkiksi MISON® 8) kuumakaarialue saavutetaan pienemmillä parametreilla.

Kuumakaarihitsaukselle on ominaista

- suuri hitsausnopeus
- roiskeeton hitsi
- tasainen, juoheva hitsipalon muoto
- hyvä tunkeuma
- tasainen ja vakaa valokaaritapahtuma

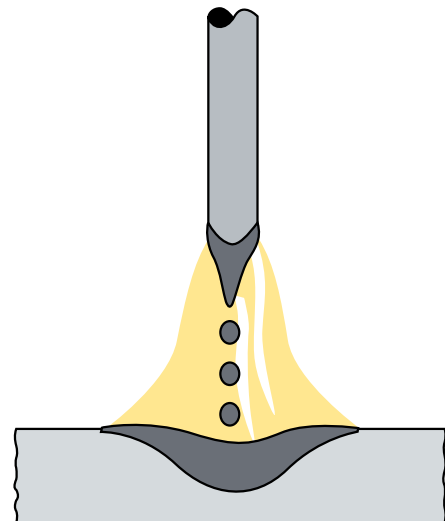
Kuumakaarihitsausta käytetään yleensä yli 3 mm:n aineenvahvuuksille. Suuri sula merkitsee, että kuumakaarta ei yleensä käytetä asentohitsaukseen muuten kuin poikkeustapauksissa, esim. täytelankahitsauksessa.

Kaarijännite 26 V - 50 V

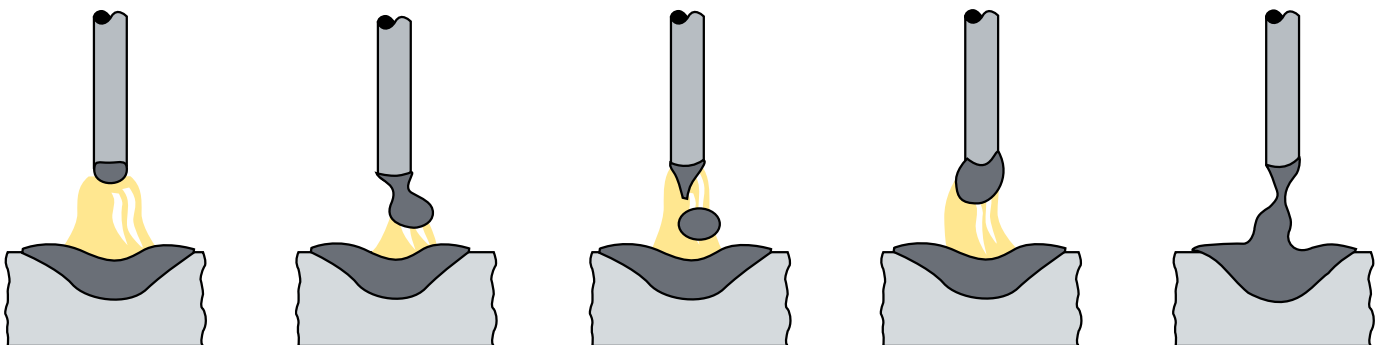
Hitsausvirta 200 A - 600 A

### Hitsausparametrien säätö

- Kaarijännite säädetään yli 26 V:n ja langansyöttö niin, ettei oikosulkuja enää synny, jolloin lisäaine siirtyy kaaritilan yli suihkumaisena.
- Suojakaasuna MISON® 25, MISON® 18 tai MISON® 8, sillä kuumakaarihitsaukseen päästään ainoastaan argonpohjaisella seoskaasulla. Hiilidioksidilla ei päästä milloinkaan puhtaaseen kuumakaarihitsaukseen, vaan siinä on aina oikosulkuja, josta on seurauksena suuria roiskeita.
- Langansyöttönopeus säädetään siten, että hitsausääni on pehmeän "ritisevä". Langansyöttönopeuden ollessa liian suuri lisäainelanka sukeltaa hitsisulaan ja vaarana on liitosvirhe. Langansyöttönopeuden ollessa liian pieni valokaari on pitkä ja vaarana on reunahaava.
- Jos hitsauksen loputtua langanpää sulaa suuttimeen kiinni, säädetään jälkipaloaikaa pienemmäksi.
- Kaasun virtausmäärä 12 - 18 l/min.



Lisäaineen siirtyminen kuumakaarihitsauksessa



Lisäaineen siirtyminen välikaarihitsauksessa

#### 5.2.4 Pulssikaarihitsaus

Pulssikaarihitsauksessa (sykekaarihitsauksessa) lisäaine siirtyy suuripisaraisena ilman oikosulkuja kuvan mukaisesti.

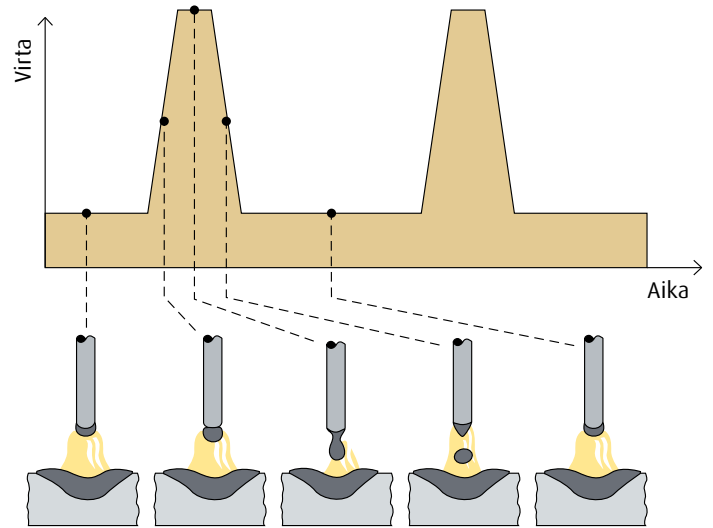
Pulssittamalla hitsausvirtaa saadaan aikaan säännöllinen lisäaineen siirtyminen ja vakaa kaari sekä samalla pieni lämmöntuonti perusaineeseen.

Pulssikaarihitsausta käytetään sen monien etujen vuoksi mm. vaativissa asentohitsauksissa, kun halutaan erittäin tasaista tunkeumaa ja vähän roiskeita.

Pulssikaarihitsauksessa on mahdollista käyttää paksuja lisäainelankoja ja kuitenkin pientä kokonaisvirtaa.

Suuri lisäainelangan halkaisija merkitsee sitä, että hitsiainekiloa kohti saavutetaan pieni lisäainelangan ulkopinta-ala. Tällöin mm. langan pintaan sitoutunut kosteus, josta usein on peräisin hitsiin joutunut vety-määrä, jää pieneksi. Pulssikaarihitsauksella saavutetaan helpommin huokos- ja halkeamavapaa hitsi.

Rakenneterästen pulssikaarihitsauksen suojakaasu on MISON® 8.



Lisäaineen siirtyminen pulssikaarihitsauksessa

# 6 Suoritustekniikka.

## 6.1 Putken lyhytkaarihitsaus

### Suositteluvia railomuotoja

I-railoa käytetään n. 2-3 mm:n seinämäpaksuuksille. Ilmaraon suuruudeksi valitaan noin seinämäpaksuus. Suuremmilla seinämäpaksuuksilla käytetään kuvien mukaisia V-railoja.

### Hitsauksen suoritus ja hitsauspistoolin kohdistaminen

Käytettäessä I-railoa hitsataan seinämäpaksuudeltaan 2 - 3 mm:n putket yhdellä palolla. Samalla tavoin toimitaan myös kun käytetään V-railoa ja seinämäpaksuus on 3-5 mm. Seinämäpaksuuden ollessa yli 5 mm käytetään useampia palkoja. Pohjapalon hitsaus voidaan hitsata joko alhaalta ylöspäin tai ylhäältä alaspäin.

Pohjapalon lopetuskohdat on hiottava kuten V-railon pystyhitsauksessa. Kun täyttöpalkoja hitsataan alhaalta ylöspäin saadaan parempilaatuinen hitsi kuin ylhäältä alaspäin hitsattaessa.

Putken hitsauksessa hitsauspistooli pitää kohdistaa putken keskipisteeseen nähden kohtisuoraan, jotta haluttu hitsaustulos saavutettaisiin.

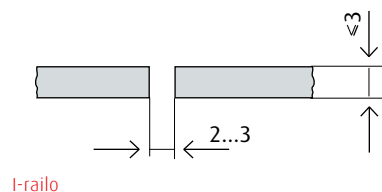
## 6.2 V-railon hitsaus pystyasennossa

Hitsattaessa pystyrailoa juurta avaamatta hitsauspistooli kohdistetaan sekä pohja- että pintapalon hitsauksissa alla olevan kuvan mukaisesti. Tämä siksi, että hitsisula hallittaisiin eikä juuren puolelle syntyisi ns. "viiksiä". Virheiden välttämiseksi hitsauslangan kärki on kohdistettava hitsisulan etureunaan.

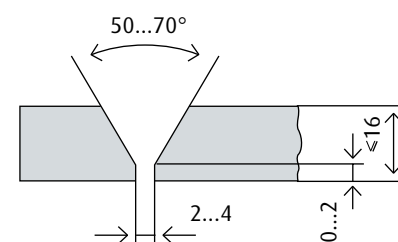
Pohjapalon hitsaus suoritetaan seuraavalla sivulla olevan kuvan mukaisesti sivuliikettä tehden.

Pohjapalon hitsauksessa lopetuskohta hiotaan ohueksi ja "lusikanmuotoiseksi" ennen kuin hitsausta jatketaan uudelleen. Hiomisella varmistetaan imuhuokosen poistuminen ja saadaan jatkoskohta sulamaan toivotulla tavalla.

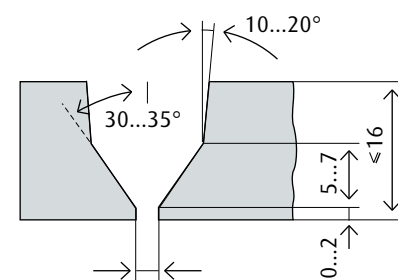
Ainevahuuksien ollessa 5 - 15 mm täyttöpalkoja voi olla yksi tai useampia. Täyttöpalon hitsausparametrit ovat jonkin verran suuremmat kuin pohjapalon hitsauksessa.



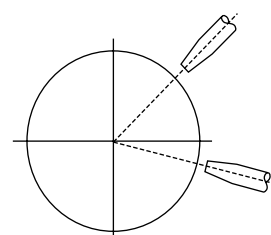
I-railo



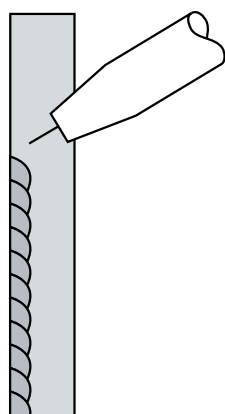
V-railo



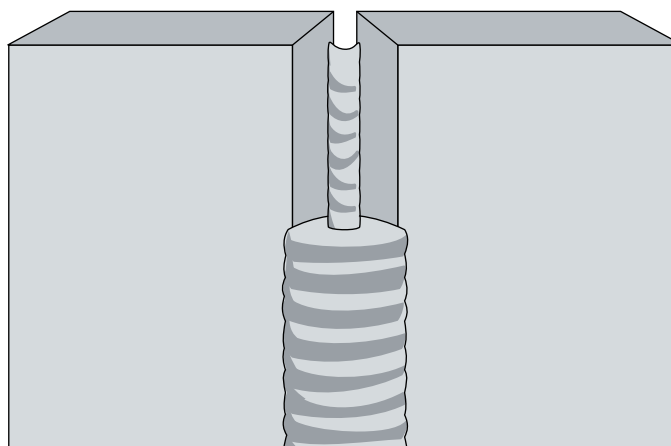
Erikoinen V-railo



Putken hitsaus

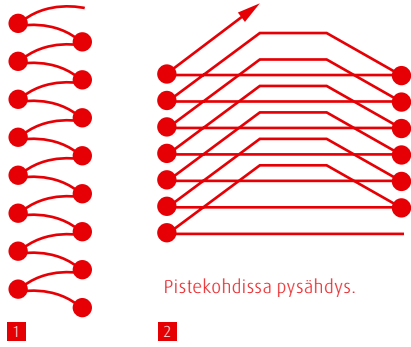


V-railon hitsaus pystyasennossa



### V-railon hitsaus pystyasennossa

1 Pohjapalon hitsaus 2 Täyttöpalon hitsaus



### 6.3 V-railon pohjapalon hitsaus pystyasennossa

Hitsattaessa päittäisliitosta (V-railo) jalkohitsauksena hitsausparametrit, hitsauspistoolin kuljetusasento ja liikeradat muuttuvat pystyhitsiin verrattuna.

Juuripalko hitsataan lyhytkaariarvoilla. Pistoolin kuljetusasento on vetävä. Hitsaus suoritetaan hitsauspistoolin suoraviivaisella liikkeellä tai ilmaraon ollessa isompi pienellä levityслиikkeellä.

Väli- ja pintapaloissa käytetään kuumakaariarvoja. Hitsauspistoolia kuljetetaan suoraviivaisesti tai pientä levityслиikettä tehden, railon koko huomioiden. Laaja levityслиike voi johtaa eteen valuvan sulan vuoksi liitosvirheisiin. Väli- ja pintapalot sijoitetaan rinnakkain, jos railotila on riittävän leveä.

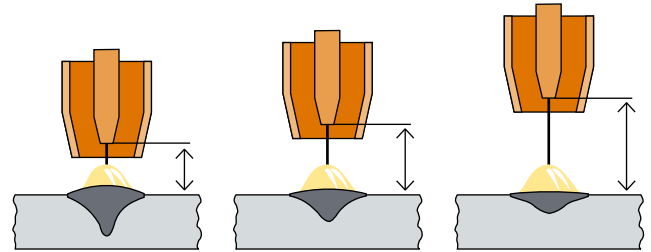
Yli 4 mm:n ainepaksuuksissa jalko- ja alapienahitseihin käytetään aina kuumakaariarvoja, jotta saavutettaisiin hitsiin hyvä tunkeuma ja profiili sekä riittävän suuri hitsausnopeus.

Hitsauspistoolin kuljetuksessa pätevät samat seikat kuin päittäisliitoksen kuumakaarihitsauksessa.

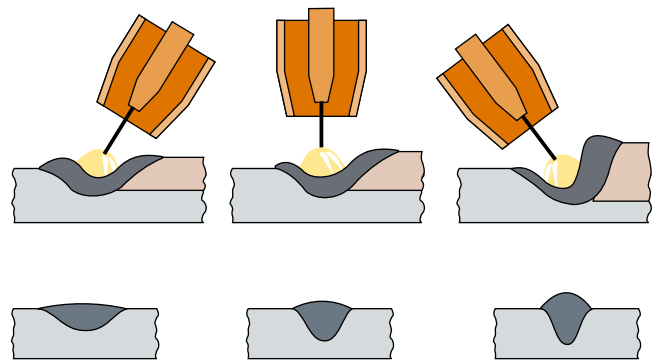
Laadukkaan hitsin saavuttamisen kannalta ensiarvoisen tärkeää on perusaineen puhtaus; perusaineessa ei saa olla ruostetta, valssihilsettä, kuonaa, maalia tms.

Vaativimmissa hitsausliitoksissa hitsaus on hyvä aloittaa ja lopettaa apupaloja railon jatkeena käyttäen. Uusimmissa MIG/MAG-virtalähteissä on useimmiten kraaterintäyttöautomaatiikka, jolla estetään hitsin valuminen ja kraaterihalkeaman syntyminen hitsauksen lopetuksessa.

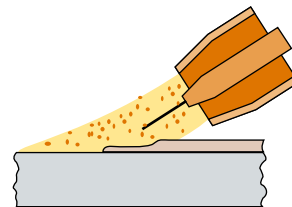
### 6.4 Hitsauspistoolin etäisyyden ja asennon vaikutus



Hitsauspistoolin etäisyys on tilanteesta riippuen 10 - 20 mm työkapaleesta. Mitä etäimmällä pistooli on, sen pienempi on tunkeuma jne. Myös huokosriski kasvaa, mitä etäimmällä pistooli on.



Hitsauspistoolin kuljetusasento on joko vetävä, kohtisuora tai työntävä. Vetävällä pistoolin kuljetuksella saadaan aikaan suurin tunkeuma. Tällöin myös kylmäjuoksun vaara on pienin, sillä hitsisula ei pääse sulamattoman perusaineen päälle. Kun pistoolin asento on pysty tai työntävä, tunkeuma pienenee ja hitsikupu madaltuu. Tämä puolestaan on varsinkin ohutlevyhitsauksessa eduksi.



Hitsauspistoolin liian suuri kallistus aiheuttaa sen, että suojavaasu ei enää suojaa hitsisulaa. Tästä on seurauksena huokosmuodostuksen sekä roiskeiden koon ja määrän lisääntyminen.

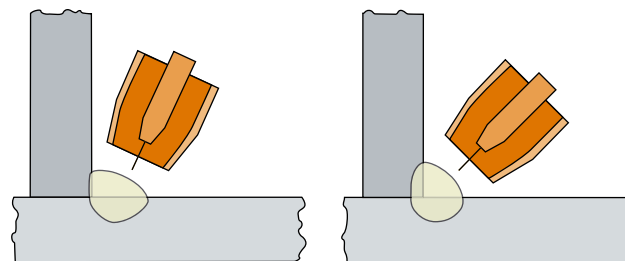
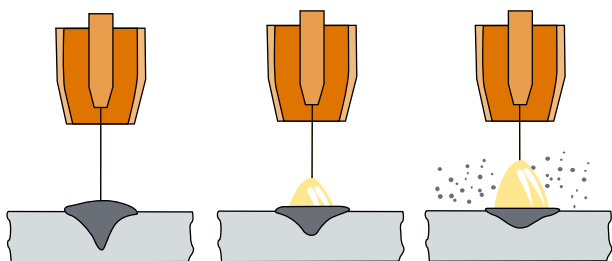
### 6.5 Hitsausnopeuden ja valokaaren pituuden vaikutus

Hitsausnopeus vaikuttaa hitsipalon suuruuteen. Liian hidas kuljetusnopeus saattaa aiheuttaa sen, että sula vyöryy kaaritapahtuman eteen ja syntyy kylmäjuoksua.

Nopeutta lisäämällä valokaari vaikuttaa tehokkaammin perusaineeseen ja tunkeuma kasvaa. Jos kuljetusnopeus kasvaa liian suureksi, tunkeuma pienenee, sillä lämpötila vaikuttaa vähemmän aikaa perusaineeseen.

Valokaaren pituuden säätö vaikuttaa lähinnä hitsin pinnan muotoon.

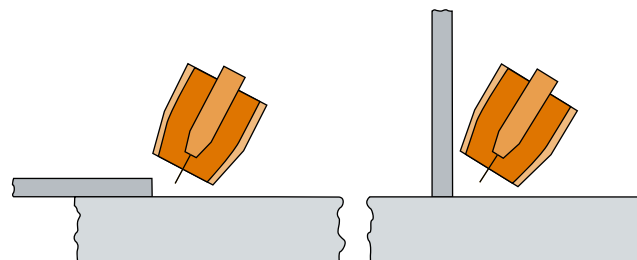
Lyhyeksi säädetty valokaari aiheuttaa syvän ja kapean tunkeuman ja hitsipalon pinta muodostuu kapeaksi ja korkeaksi. Liian pitkä valokaari aiheuttaa roiskeita, huokosia sekä reunahaavaa.



Väärin

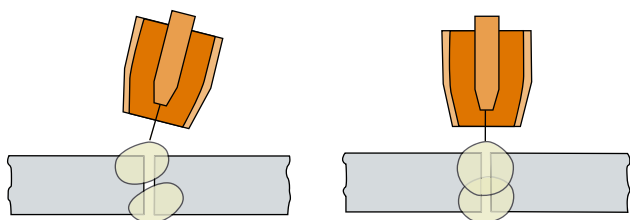
Oikein

Alapienan hitsauksessa pistooli kohdistetaan kuvan mukaisesti, jolloin saavutetaan virheetön, tasakylkinen hitsi.



### 6.6 Hitsauspistoolin kohdistaminen

Hitsauspistooli kohdistetaan oikeassa kulmassa työkappaletta kohti, jotta varmistettaisiin symmetrinen hitsipalko, luotettava tunkeuma ja molempien hitsattavien särmien sulaminen.

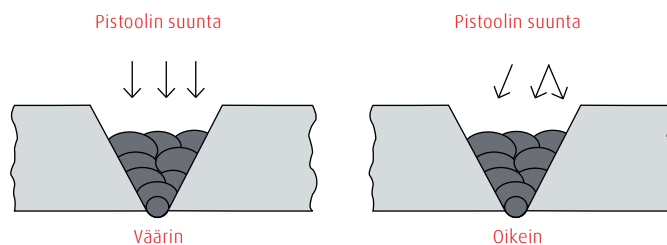


Väärin

Oikein

Päittäisliitoksessa (I-railo) pistooli kohdistetaan kohtisuoraan, jotta välttyttäisiin kuvan mukaisilta virheiltiltä.

Hitsattaessa ohutta levyä paksuun levyyn valokaari kohdistetaan enemmän paksumpaa levyä kohti.



Pistoolin suunta

Pistoolin suunta

Väärin

Oikein

Hitsattaessa useampia täyttöpalkoja huomioidaan kuvan mukainen hitsauspistoolin suuntaus.

## 7 Hitsaussprayn käyttö MIG/MAG-hitsauksessa.

Hitsausspraytä voidaan sumuttaa hitsauspistoolin kaasusuuttimen sisäänmään kohtuullisesti. Jos hitsausspraytä käytetään hitsausrailossa, syntyy hitsiin huokoisuutta ja virheitä. Lisäksi kyseiset aineet oksidoidut valokaareissa yhdisteiksi, jotka ovat hitsaajan hengitysilmaan sekoittuessaan haitallisia. Työkappaleeseen tarttuvat roiskeet voidaan välttää seuraavin toimenpitein:

- säädetään kaarijännite ja langansyöttönopeus oikeiksi
- siirrytään MISON® 18 tai MISON® 8 -suojakaasuun ja kuumakaari-hitsaukseen
- varmistetaan maajohdon hyvä kontakti työkappaleeseen
- kokeillaan kuristimen eri asentoja
- puhdistetaan epäpuhtaudet työkappaleesta
- tarkastetaan lisäainelangan laatu ja soveltuvuus ko. hitsaukseen
- tarkastetaan kontaktisuuttimen kunto ja koko
- korjataan hitsauspistoolin asento oikeaksi (pystymmäksi)
- käytetään oikeata hitsauspistoolin etäisyyttä työkappaleesta
- tarkastetaan pistoolin kunto ja puhdistetaan langanjohdin riittävän usein
- pyritään käyttämään hitsauksen aloitusvaiheessa lyhyttä vapaalankaa
- valitaan riittävän tehokas virtalähde, ks. MIG/MAG-koneen valinta

## 8 Ruostumattomien ja haponkestävien terästen hitsaus.

Ruostumattomille ja haponkestäville teräksille soveltuvat lyhytkaari-, kuumakaari- sekä pulssikaarihitsaus.

- Lyhytkaarihitsaus soveltuu ohutlevy- ja asentohitsaukseen, joskaan ei yhtä hyvin kuin seostamattomille teräksille
- Kuumakaarihitsaus soveltuu yli 3 mm:n ainevahvuksien jalko- ja alapienahitsauksiin

- Pulssikaarihitsaus soveltuu ohuehkoille 2,0 - 10 mm:n ainevahvuuksille kaikissa asennoissa

Suojakaasun valinnassa noudatetaan sivuilla 12 - 14 annettuja ohjeita. Lisäaineen valinnassa noudatetaan sivulla 10 annettuja ohjeita.

## 9 Alumiinin MIG-hitsaus.

Alumiinin hitsaus on yleensä suositeltavinta suorittaa MIG-hitsausprosessilla, jos hitsattava rakenne ja ainevahvuus tämän sallivat. MIG-hitsaus on useimmissa tapauksissa taloudellisin hitsausmenetelmä. MIG-hitsaus suoritetaan käyttäen kaarityyppinä kuuma- tai pulssikaarta. Välikaarialue ja lyhytkaari ovat hyvin vähän käytettyjä. Lyhytkaarihitsauksella ei saavuteta hyväksyttävää lisäaineen siirtymistä. Tämän vuoksi lyhytkaarihitsausta käytetään vain, jos muita kaarityyppejä ei voida soveltaa eikä liitokselle aseteta vaatimuksia ulkonäön tai lujuuden suhteen.

Kuumakaarihitsaus on suoritettava riittävää kaarijännitettä ja hitsausvirtaa käyttäen. Lyhytaikaisetkin oikosulut aiheuttavat selvästi havaittavia virheitä hitsiin.

Tarvittava kaarijännite kuumakaarta varten on 23 - 29 V.

Vaihtohtona kuumakaarihitsaukselle on pulssikaarihitsaus, jossa yleisimmin käytetään vakiolangansyöttönopeutta, mutta pulssitetaan hitsausvirtaa.

**Alumiinin pulssikaarihitsauksen edut:**

- erittäin säännöllinen tunkeuma
- erittäin säännöllinen lämmöntuonti
- mahdollisuus hitsata ohuet aineet paksuin lisäainelangoon, jolloin langansyöttö on varmempaa
- lisäainelanka ei pala kiinni pistoolin kontaktisuuttimeen
- erittäin hyvät asentohitsausominaisuudet
- hitsin laatu paranee, koska paksun langan pinnalta joutuu vähemmän epäpuhtauksia hitsiin. Sulaan liuenneet kaasut pääsevät myös pulssien välisenä aikana paremmin poistumaan
- häiriöttömän ja vakaan hitsaustapahtuman ansiosta voidaan kaariaikoja selvästi pidentää.



# 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.**