

# Rakennustyömaiden nestekaasulämmitys.

Tehokas, joustava ja työskentelyolosuhteita  
parantava lämmitystapa.



Rakennustyömailla tarvitaan usein talviaikaan lämmitystä työskentelyolosuhteiden parantamiseksi sekä valu- ja julkisivutöiden oikean kovettumis- ja kuivumislämpötilan varmistamiseksi. Oy AGA Ab ja Ramirent Finland Oy tekevät laajamittaista yhteistyötä rakennustyömaiden lämmityssektorilla. Asiakkaita palvellaan kattavalla tuote- ja palveluvalikoimalla sekä kokonaisratkaisuilla. Nestekaasu toimitetaan työmaille suurissa 184 kg:n nestekaasupulloissa (maksipulloissa) sekä yhdeksän 33 kg:n pullon pullopaketteina. Nestekaasun käyttö lämmityksessä on joustavaa ja energiatehokasta.

## Nestekaasulämmitys on tehokasta.

Kilo nestekaasua tuottaa 12,8 kWh energiaa, mikä on noin 30 % enemmän kuin polttoöljyä käytettäessä. Nestekaasu kestää vertailun muihin energianlähteisiin hyvin, jos huomioidaan energiantuottamisen kokonaiskustannukset: polttoaine- ja laitteistokulut, ympäristön kuormitus sekä huolto- ja asennuskustannukset.

### Polttoaineen tehokas käyttäminen

Nestekaasulämmittimiä on saatavana useita erilaisia. Osa lämmittimistä on suorapolttotyyppisiä, jolloin palokaasut käytetään lämmitykseen. Toisissa lämmittimissä on lämmönvaihdin, ja palokaasut johdetaan pois lämmitettävästä tilasta. Lisäksi saatavana on nestekaasukäyttöisiä infrapunalämmittimiä, jotka johtavat lämmön tehokkaasti työskentelyalueelle säteilyenergiana lämmittämättä ympäröivää ilmaa.

Koska nestekaasun palamisprosessi on varsin puhdas, palokaasuja voidaan yleensä hyödyntää lämmityksessä. Vastaavantehoisista polttoöljylämmittimistä poiketen nestekaasulämmittimet ovat yleensä suorapolttotyyppisiä. Niiden lämpöhäviö on 10–30 % polttoöljylämmittintä pienempi, koska polttoöljylämmittimen palokaasut on johdettava pois lämmitettävästä tilasta.

Nestekaasulämmittimet ovat termostaattiohjattuja. Näin saavutetaan hyvä polttoainetehokkuus ja pieni lämpöhäviö.

### Infrapunalämmittimet

Infrapunalämmittimet ovat tehokkaimpia betonin kovettamisessa käytettäviä lämmittimiä, koska niiden lämmönsiirtokyky materiaaliin on eri lämmitintyypeistä paras. Nestekaasukäyttöisessä infrapunalämmitti-

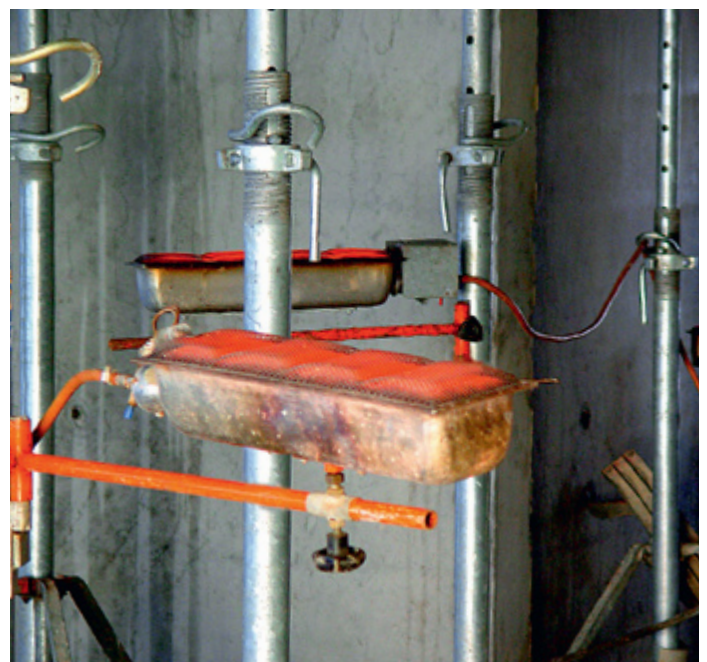
messä lämmitetään metalliverkkorakenteisia polttokennoja, kunnes ne hehkuvat. Lämpösäteily leviää lämmittäen työmateriaalit (valumuotit, lattiat, seinät, koneet ja muut esineet). Ympäröivä ilma ei vastaanota lainkaan lämpösäteilyenergiaa, minkä vuoksi lämpöhäviö on erittäin pieni. Myös vaatteet lämpiävät, joten työskentelyolosuhteet pysyvät miellyttävänä kylmälläkin ilmalla.

Infrapunatekniikka vähentää tiiviiden julkisivupeitteiden tarvetta, koska ilmaa ei tarvitse lämmittää. Se helpottaa työskentelyä ja vähentää kustannuksia. Kokeneilla asentajilla kestää 1,5–2 tuntia koota ja purkaa 150–200 m<sup>2</sup>:n lämmitämiseen tarvittavat kymmenen infrapunalämmittintä telineineen. Järjestelmiä verrattaessa tulee huomioida infrapunalämmityksen mahdollistama yksinkertaisempien julkisivupeitteiden käyttö, lämmittimien hyvä lämmönsiirtokyky sekä niistä saatavat kustannussäästöt.

Infrapunalämmittimien tehosta riippuen ne voidaan sijoittaa eri etäisyyksille lämmitettävästä kohteesta. Betonin kovettamisessa käytetään yleensä lämmittimiä, joiden lämmitysteho on 0,5–1 kW/m<sup>2</sup>. Esimerkiksi 11 kW:n infrapunalämmittimet asennetaan usein 1,8 metrin etäisyydelle kohteesta, jolloin lämmitin tuottaa 0,8 kW/m<sup>2</sup>:n lämmitystehon 16 m<sup>2</sup>:n alueelle. 1,2 metrin etäisyydelle asennettu pienempi 7,7 kW:n infrapunalämmitin tuottaa 0,5 kW/m<sup>2</sup>:n lämmitystehon 15 m<sup>2</sup>:n alueelle.



Suorapolttotyyppisten nestekaasulämmittimien teho vaihtelee noin 10 kW:sta yli 100 kW:iin.



Betonin kovettamisessa käytettävä, telineeseen asennettu 7,7 kW:n infrapunalämmitin. Pituus noin 50 cm.

# Nestekaasulämmitys on joustavaa.

## Helppo käsitellä

Yksinkertaisen poltinarakenteensa ansiosta nestekaasulämmittimet ovat kevyitä, mikä helpottaa lämmittimien siirtämistä ja asentamista rakennusprosessin edetessä. Esimerkiksi 55 kW:n suorapolttotyyppinen nestekaasulämmitin painaa noin 20 kg, kun vastaava polttoöljylämmitin painaa noin 145 kg. 7,7 kW:n infrapunalämmitin painaa vain kolmisen kiloa.

## Nestekaasun käyttäminen kaasumaisessa muodossa

Nestekaasulämmittimet kytketään maksipulloihin, jotka sisältävät 184 kg nestekaasua. Lämmittimet voidaan kytkeä myös pullopakettiin, joka koostuu yhdeksästä rinnankytketystä 33 kg:n nestekaasupullosta, jolloin kaasua on käytettävissä 297 kg.

Nestekaasupullot on paineistettu, joten kaasu on niissä nestemäisessä muodossa. Neste on siis höyrystettävä ennen järjestelmään syöttämistä. Nesteen höyrystymisnopeus riippuu ympäröivän ilman lämpötilasta, järjestelmän käyttöpaineesta, kaasupullon koosta sekä pullossa jäljellä olevan kaasun määrästä. Jos lämpötila on vähän nollan alapuolella ja



184 kg:n maksipullo nestekaasua. Pullossa on erilliset lähtöliitännät kaasulle ja nesteelle.

kaasupullo on lähes tyhjä, järjestelmään voidaan syöttää nestekaasua noin 6 kg/h (77 kWh). Jos käytössä on maksipullo, tämä lukema on noin puolet pienempi. Täysillä kaasupulloilla ja lämpimämmässä olosuhteissa höyrystymisnopeus on merkittävästi suurempi. Jos tarvitaan enemmän kaasua, pullopaketteja tai maksipulloja voidaan kytkeä rinnan tarvittava määrä.

## Nestekaasun käyttäminen nestemäisessä muodossa

Nestekaasun käyttäminen nestemäisessä muodossa mahdollistaa suuremman energiantuoton. Kun maksipullon nestelähtöliitännään kytketään höyrystin, nestekaasun tuotto riippuu pelkästään höyrystimen kapasiteetista. Nestekaasuhöyrystin kytketään sähköverkkoon. Sen avulla kaasua voidaan syöttää tasaisesti ympäröivän ilman lämpötilasta ja pullossa olevan nestekaasun määrästä riippumatta. Höyrystimen avulla nestekaasupullot voidaan käyttää täysin tyhjiksi, mikä parantaa hyötysuhdetta.



Höyrystin, nestekaasun syöttökapasiteetti 32 kg/h. Mitat (L x K x S) noin 80 x 111 x 40 cm. Teho 6 kW, jännite 400 V.

## Tietoa nestekaasusta

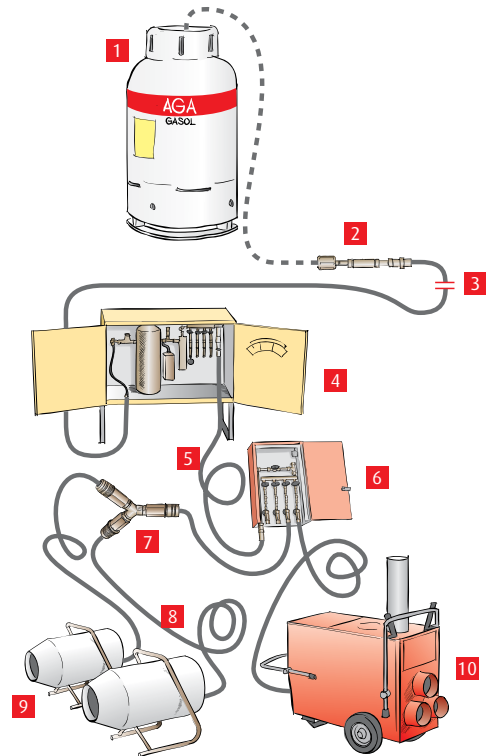
Nestekaasu koostuu pääasiassa propanista (95 %). Siinä on myös hie- man butaania ja jäänteitä muista aineista. Kilosta nestekaasua saadaan 12,8 kWh energiaa. Nestekaasu on ilmaa raskaampaa, minkä vuoksi ilmaan vuotanut nestekaasu voi kerääntyä lattiakaivoihin, kellareihin ja muihin vuotokohtaa alempana oleviin rakenteisiin. Turvallisuussyistä nestekaasuun lisätään suojahaju, joka varoittaa käyttäjää vuodosta huomattavasti ennen kuin kaasua on vuotanut ympäröivään ilmaan niin paljon, että se voi syttyä.

Nestekaasuilmaseoksessa on oltava nestekaasua 2–10 tilavuusprosenttia, jotta seos voi syttyä. Jos nestekaasua on enemmän tai vähemmän, kaasuseos ei pala. Nestekaasun palaminen vaatii noin 12 kuutiometriä ilmaa nestekaasukiloa kohti. Sen vuoksi työskentelypisteen riittävän tehokas ilmanvaihto on varmistettava. Kun nestekaasuilmaseoksen koostumus on oikea, palamisreaktio on täydellinen ja siitä syntyy vain hiilidioksidia ja vesihöyryä – samoja kaasuja, joita syntyy ihmisen hengityksessä.

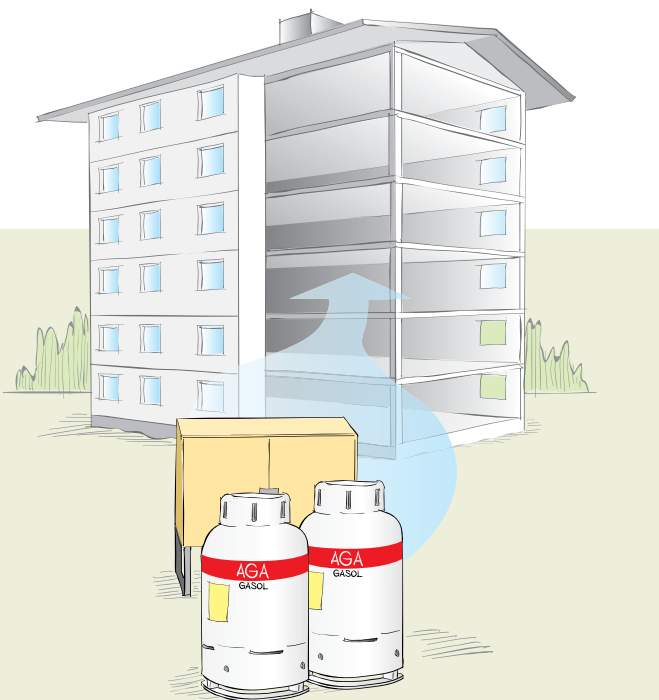
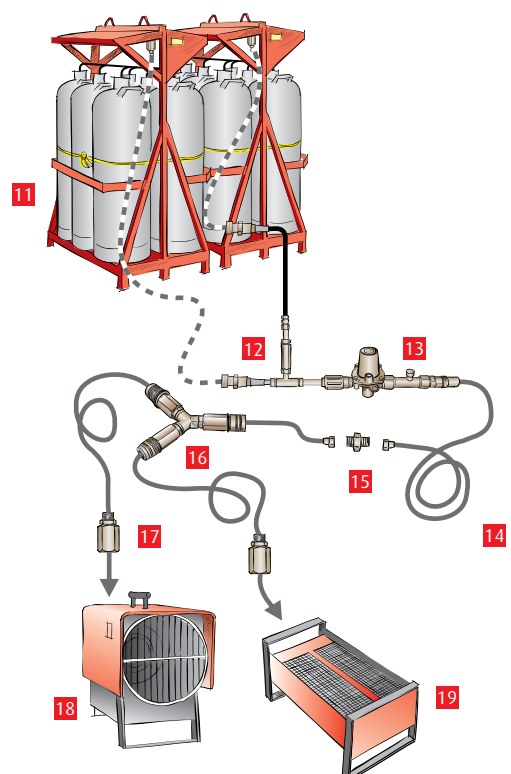
# Nestekaasulämmityksessä tarvittavat tarvikkeet.

1. AGAn maksipullo (184 kg)
2. Nestelähtöliitännöiden rinnankytkentä lisää toiminta-aikaa.
3. Nestelähtöliitännöiden teräsvahvisteiset korkeapaineletkut.
4. Paineenalentimella varustettu nestekaasuhöyrystin, jonka lähtöpaine on noin 1,5 baaria. Normaaliolosuhteissa höyrystimen kaasuntuotto on 32 kg/h. Saatavana on myös suuremman kapasiteetin höyrystimiä.
5. Teräskudoshävitteinen kaasunsyöttöletku.
6. Jakokeskus jossa on sulku- ja letkuventtiilit.
7. Lämmittimen haara.
8. Teräskudoshävitteinen kaasunsyöttöletku.
9. Suorapolttotyyppinen nestekaasulämmitin liekinvalvontalaitteella.
10. Nestekaasulämmitin lämmönvaihtimella, palokaasujen erottimella ja liekinvalvontalaitteella.
11. AGAn maksipullo (184 kg) tai pullopaketti (297 kg).
12. Kaasulähtöliitännöiden rinnankytkentä lisää kapasiteettia.
13. Paineenalennus noin 1,5 baariin paineensäätöventtiilillä.
14. Teräskudoshävitteinen kaasunsyöttöletku.
15. Pikaliitin.
16. Haaroitusliitin.
17. Laitteen liitin.
18. Suorapolttotyyppinen nestekaasulämmitin liekinvalvontalaitteella.
19. Infrapunalämmitin tehonsäädöllä.

## Nestekaasun käyttäminen nestemäisessä muodossa



## Nestekaasun käyttäminen kaasumaisessa muodossa



## Hyvät työskentelyolosuhteet nestekaasulla.

Nestekaasulämmittimet on varustettu liekinvalvontalaitteella, joka katkaisee nestekaasun syötön, jos liekki sammuu. Liekinvalvontalaitteet, letkurikkoventtiilit ja asennusvaiheen vuodonhallinta parantavat työturvallisuutta. Huomioi, että kaikissa palamisreaktioissa kulutetaan happea. Yhden nestekaasukilon palamiseen tarvitaan noin 12 m<sup>3</sup> ilmaa. Varmista siis työskentelyalueen riittävä ilmanvaihto.

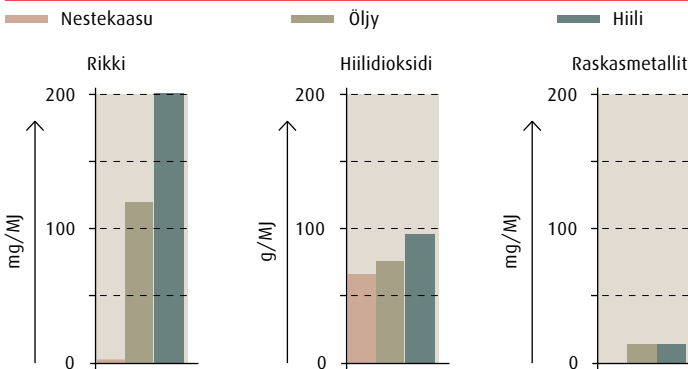
Nestekaasun normaalissa palamisessa muodostuu vain hiilidioksidia ja vesihöyryä eli samoja aineita kuin ihmisen uloshengityksessä. Ympäristöä kuormittavien aineiden, kuten rikin ja raskasmetallien, määrä on erittäin pieni (katso jäljempänä oleva kaavio). Työympäristön puhtautta edistää myös se, että polttoainevuodot eivät voi saastuttaa maaperää. Koska nestekaasu on hyvin puhdas polttoaine, polttimen tukkeutumista johtuvien käyttökatkojen riski on hyvin pieni, toisin kuin monilla muilla polttoaineilla.

Työskentelyolosuhteiden näkökulmasta tarkasteltuna on tärkeää, että ilmankosteus ei laske kuivausprosesseissa liian alas, sillä se voi ärsyttää limakalvoja. Ilman kosteudensitomiskyky riippuu lämpötilasta. Kun lämpötila nousee, ilma voi sitoa enemmän kosteutta. Tätä ominaisuutta hyödynnetään kuivausprosesseissa. Kuuma ilma „imee“ kosteuden rakennusmateriaalista, minkä jälkeen kosteus johdetaan pois kohteesta.

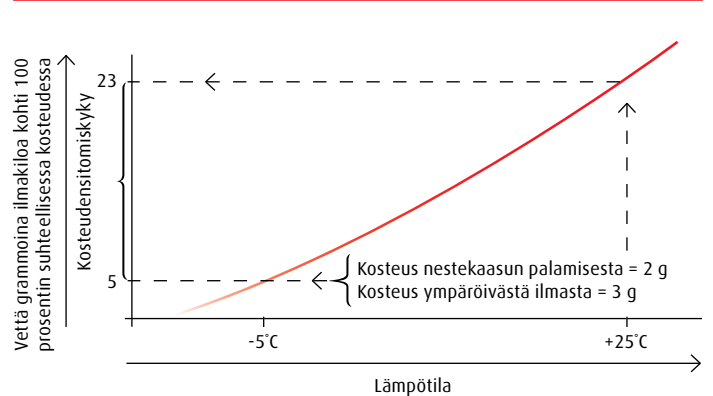
Nestekaasun palamisessa muodostuu noin 15 tilavuusprosenttia vesihöyryä. Oljekemi-Miljö Konsultin tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että kun lämpötila nousee -5 celsiusasteesta +25 asteeseen, nestekaasun palaminen tuottaa noin 2 grammaa vettä kuivaa ilmakiloa kohti. Samanaikaisesti ilman kyky sitoa kosteutta nousee noin 3 grammasta 23 grammaan kuutiota kohti. Nestekaasun palamisen tuottama lisäkosteus (2 grammaa) ei siis vaikuta kuivausprosessiin.

Kuivausprosesseissa on tärkeää, että kohdetta ympäröivä ilma vaihtuu kokonaan 2–5 kertaa tunnin aikana. Muuten ilma voi kyllästyä rakenteista poistetusta kosteudesta. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että ilmanvaihtonopeuden kaksinkertaistaminen puolittaa kuivumisajan.

### Tyypilliset palotapahtuman päästöt.



### Kaavio ilman kyvystä sitoa kosteutta.



## Nestekaasun turvallinen käsittely.

Nestekaasun käsittelyä koskeva lainsäädäntö ja määräykset pyrkivät takaamaan turvalliset työskentelyolosuhteet. Jos nestekaasun käyttö on tilapäistä ja varastointimäärä rakennustyömaalla on 200-5000 kg, normaalisti riittää, kun asiasta ilmoitetaan palokunnalle. Jos käyttöjakso on pitempi ja varastointimäärä suurempi, Turvatekniikan keskukselta on anottava nestekaasun käsittely- ja varastointilupa. AGA/Ramirent voi auttaa lupaprosessissa toimittamalla tarvittavat asiakirjat. Lisäksi työmaan nestekaasuvastaaville on tarjolla nestekaasun turvallista käsittelyä koskevia kursseja.

### Projektisuunnittelu

Ennen lämmitys- tai kuivatusprojektin aloittamista on määritettävä, kuinka monta lämmitintä tarvitaan. Yksinkertaisin tapa on arvioida, kuinka paljon energiaa tarvitaan, ja määrittää lämmittimien lukumäärä sen perusteella.

Kuivattamiseen tarvittavan energian määrä voidaan arvioida kohteen tilavuuden, tarvittavan lämpötilannousun ja ilmanvaihdon perusteella. Jos lämpötilannousun on oltava 30 °C (esimerkiksi -5 celsiusasteesta +25 asteeseen), voidaan käyttää seuraavaa yksinkertaistettua kaavaa:

$Q_t$	=	$0,015 \times N \times R$
$Q_t$	=	kuivatusteho (kW)
$N$	=	ilmanvaihtokertojen määrä tunnissa
$R$	=	kohteen tilavuus (m <sup>3</sup> )

Lämmittämiseen tarvitaan vähemmän energiaa, koska kosteuden höyrystämiseen tarvittavaa energiaa ei tarvitse huomioida. Yleissääntönä voidaan pitää, että pelkkään lämmittämiseen tarvittava energia on 0,016 kW/m<sup>3</sup>. Suurissa, avoimissa tiloissa tarvitaan vähemmän energiaa.

### Kokonaisenergiakustannusten laskeminen

Lämmittämiseen ja kuivattamiseen tarvittava energian määrä riippuu useista tekijöistä, kuten ympäröivän lämpötilan vaihtelusta, kohteiden tyyppistä, lämpötilan säätelystä ja ilmanvaihdon tehokkuudesta. Sen vuoksi energiankulutusta on vaikeaa arvioida tarkasti. On tärkeää huomioida myös muut lämmittämiseen tai kuivattamiseen liittyvät kustannukset, jotka voivat olla merkittäviä.

Kokonaisenergiakustannukset riippuvat siis seuraavista tekijöistä:

- Polttoainekustannukset (teho ja käyttöaika)
- Aloituskustannukset, kuten asennus ja käyttöönotto
- Laitteiston siirtämisestä aiheutuvat kustannukset rakennusprojektin edetessä
- Huolto- ja ylläpitokustannukset
- Laitevuokrat

## Autamme sinua kaikissa tilanteissa.

Ramirentin kautta saat AGAn laadukkaat ja turvalliset nestekaasutoimitukset sekä projektien kokonaisratkaisut sisältäen:

- Energiakustannusten laskeminen
- Työmaan lämmitystarpeen mitoitus
- Työmaan nestekaasuvastaavien koulutukset ja käytön opastus
- Viranomaislupien laadinta
- Lämmitysjärjestelmän toimitus, asennus ja koekäyttö
- Toimitukset kohteeseen
- Järjestelmän purku

Lisätietoja [www.ramirent.fi](http://www.ramirent.fi) ja [www.aga.fi](http://www.aga.fi)



# 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.**