



The English language version is the original and the reference in case of dispute.

Den engelskspråkiga versionen är originalversion och ska åberopas i händelse av tvist.

## CONTAMINATION CONTROL

## Cleanliness of components and systems

Test methods

### Orientation

This standard is an application of ISO 18413:2002 *Cleanliness of parts and components – Inspection document and principles related to sample collection, sample analysis and data reporting*. Since ISO 16232-2, ISO 16232-3, ISO 16232-4 and ISO 16232-5 are based on the annexes to ISO 18413, this standard can also be seen as an application of these standards, with minor deviations.

This issue differs from issue 10 in that:

- a definition of soft and hard particles respectively has been made, which means that it is possible to specify requirements for them separately (section 3)
- the order in which the methods for specifying cleanliness requirements are presented has been changed; particles/wetted surface (4.2) now comes before particles/component (4.3)
- table numbers have been changed
- an alternative for presentation of particle size distributions where both particle length and particle width are expressed has been added (section 4.2, table 3)
- an example of a requirement where both particle length and particle width have been specified has been added (section 4.3)
- the importance of the need for the supplier reaching an agreement with Volvo Cars regarding how the component shall be packaged has been stressed; this also applies to where the cleanliness requirement shall apply (section 6)
- it has been stressed that on the basis of the obtained test results, it shall be probable that

## RENHETSTEKNIK

## Renhet hos komponenter och system

Provningsmetoder

### Orientering

Denna standard är en tillämpning av ISO 18413:2002 *Cleanliness of parts and components – Inspection document and principles related to sample collection, sample analysis and data reporting*. Eftersom ISO 16232-2, ISO 16232-3, ISO 16232-4 och ISO 16232-5 baseras på bilagorna till ISO 18413 kan denna standard även betraktas som en tillämpning av dessa standarder, med mindre avvikelser.

Denna utgåva skiljer sig från utgåva 10 genom att:

- mjuka respektive hårda partiklar har specificerats så att det är möjligt att kravsätta dessa separat (avsnitt 3)
- ordningsföljden för metoderna avseende hur renhetskrav specificeras har ändrats så att partiklar/vätt yta (4.2) kommer före partiklar/komponent (4.3)
- tabellnumren har ändrats
- ett alternativ för att presentera partikelstorleksfördelningar där både partiklarnas längd och bredd presenteras har tillkommit (avsnitt 4.2, tabell 3)
- ett exempel på krav där både partikellängd och partikelbredd specificerats har lagts till (avsnitt 4.3)
- nödvändigheten av att leverantören kommer överens med Volvo Cars om hur komponenten ska förpackas och var renhetskravet ska gälla har betonats (avsnitt 6)
- det har betonats att det utifrån erhållna provningsresultat ska vara sannolikt att alla



all manufactured parts meet the specified requirements (section 6)

- the reference to VCS 5023,509 regarding technical data has been removed since this standard has been changed to such a degree that it is no longer applicable (section 6)
- to ensure that the pressure at the rinsing nozzle is correct, a requirement on the amount of rinsing fluid that is to pass through the rinsing nozzle per time unit has been specified (section 6)
- the test result shall include the size of the largest particle found (section 12).

tillverkade artiklar uppfyller specificerade krav (avsnitt 6)

- hänvisningen till VCS 5023,509 avseende tekniska data har tagits bort då denna standard har ändrats så att den inte längre är tillämplig (avsnitt 6)
- för att säkerställa att trycket vid spolmunstycket är riktigt har ett krav om hur mycket spolvätska som ska passera genom spolmunstycket per tidsenhet specificerats (avsnitt 6)
- i provningsresultatet ska storleken på den största funna partikeln anges (avsnitt 12).

## Contents

- 1 Scope
- 2 References
- 3 Terms and definitions
- 4 Specifying cleanliness requirements in design-engineering documentation
- 5 G-number calculation
- 6 Underlying cleanliness requirements
- 7 Testing, contaminant collection
- 8 Testing, particle analysis
- 9 Reporting results
- 10 Calculating uncertainty of measurement
- 11 Apparatus
- 12 Appendix A – Summary of testing parameters
- 13 Appendix B – Example of test report form

## 1 Scope

This standard specifies methods for specifying requirements (sections 4-6) and evaluating (collecting, analyzing, and reporting results) (sections 6-11) with respect to the cleanliness level of components.

Using an extraction fluid, particles are collected from the surface of a component (washed). The extraction fluid is filtered, and the particles that are collected on the filter are counted and/or weighed.

The standard can be used to specify the cleanliness requirements for specified surface areas of components. Requirements and results can be specified as:

## Innehåll

- 1 Omfattning
- 2 Hänvisningar
- 3 Termer och definitioner
- 4 Att specificera renhetskrav i konstruktionsteknisk dokumentation
- 5 Beräkning av G-tal
- 6 Underliggande renhetskrav
- 7 Provning, partikeluppsamling
- 8 Provning, partikelanalys
- 9 Resultatredovisning
- 10 Beräkning av mätosäkerhet
- 11 Utrustning
- 12 Bilaga A – Sammanställning av provnings-parametrar
- 13 Bilaga B – Exempel på provningsrapportsblankett

## 1 Omfattning

Denna standard specificerar metoder för att kravsätta (avsnitt 4 till 6) och utvärdera (samla upp, analysera och redovisa resultat) (avsnitt 6 till 11) renhetsnivån hos komponenter.

Med en extraktionsvätska samlas partiklar upp från en komponents yta (tvättas). Extraktionsvätskan filtreras och de på filtret uppsamlade partiklarna räknas och/eller vägs.

Standarden kan användas för att kravsätta renheten hos specificerade ytor hos komponenter. Krav och resultat kan specificeras som:



- the number of particles of specified sizes/surface area (cm<sup>2</sup>) (section 4.2) and/or mass of contaminants/surface area (cm<sup>2</sup>) (section 4.6)
- the number of particles of specified sizes/component, (section 4.2) and/or mass of contaminants on the component (section 4.6)
- the number of particles of specified sizes/component expressed as the particle concentration of the component's wetted volume (scale number representing number of particles/ml together with a G-number, which links the requirement to the system to which the component belongs) (section 4.4).
- the number of particles equal to or larger than defined sizes (sections 4.2 - 4.4), or in particle size ranges (section 4.5).
- antalet partiklar av specificerade storlekar/ytenhet (cm<sup>2</sup>) (avsnitt 4.2) och/eller föroreningarnas massa/ytenhet (cm<sup>2</sup>) (avsnitt 4.6)
- antalet partiklar av specificerade storlekar/komponent (avsnitt 4.2) och/eller föroreningarnas massa på komponenten (avsnitt 4.6)
- antalet partiklar av specificerade storlekar/komponent uttryckt som partikelkoncentrationen hos komponentens vätta volym (renhetsnivå som anger antalet partiklar/ml tillsammans med ett G-tal som länkar kravet till det system som komponenten tillhör) (avsnitt 4.4)
- antalet partiklar som är lika med eller större än definierade storlekar (avsnitt 4.2 - 4.4) eller i partikelstorleksintervall (avsnitt 4.5).

The G-number calculation can also be used to calculate the cleanliness of a system based on the cleanliness of the components belonging to the system.

**Note that cleanliness requirements in accordance with to this standard apply to components in finished condition immediately before assembly at the Volvo Group company concerned unless otherwise is agreed.**

Prior to start of testing, the user of this standard shall ensure that appropriate safety and health practices are followed and that applicable laws and regulations are complied with.

G-talsberäkningen kan också användas för att beräkna renheten hos ett system baserat på de ingående komponenternas renhet.

**Observera att renhetskrav enligt denna standard gäller för komponent i färdigt skick omedelbart innan montering hos berört Volvoföretag om inte annat överenskommits.**

Innan provning påbörjas ska användaren av denna standard se till att tillämplig säkerhets- och hälsopraxis följs och att tillämpliga lagar och förordningar följs.

## 2 References

### 2.1 Normative references

The following referenced documents are in some cases indispensable for the application of this document.

VCS 1026,3319 Determination of particle mass – Ashed mass and dry mass

ISO 4407:2002 Hydraulic fluid power – Fluid contamination – Determination of particulate contamination by the counting method using an optical microscope

or

## 2 Hänvisningar

### 2.1 Normativa hänvisningar

De dokument som hänvisas till nedan är i vissa fall oundgängliga för tillämpningen av detta dokument.

VCS 1026,3319 Partikelviktsbestämning – Inaskad vikt respektive torrsvikt

ISO 4407:2002 Hydraulic fluid power – Fluid contamination – Determination of particulate contamination by the counting method using an optical microscope

Eller



ISO 16232-7 Road vehicles – Fluid circuits -  
Cleanliness of components – Part 7: Particle  
sizing and counting by microscopic analysis.

### **3 Terms and definitions**

#### **Component**

General term used to cover a part, a component, a sub-assembly, a part assembly or a system fitted in a road vehicle or similar.

#### **Extraction fluid**

Fluid of defined characteristics (viscosity, boiling point, cleanliness level, etc.) used to collect contaminants from a test piece. The extraction fluid must be compatible with the test piece subjected to the analysis and the equipment used.

#### **Collecting procedure**

Method defining all the necessary parameters to transfer contaminants from the controlled surface of a test piece into a fluid, making the procedure reproducible. A collecting procedure must be validated.

#### **Particle**

Solid matter, free or removable in specified conditions and possessing mechanical cohesion (ISO 16232-1)

Soft particles are, for example, textile nap, paper, plastics foil and hair.

Hard particles are particles that can be characterized to be harder compared to the ones above characterized to be soft.

To have separate requirements for hard and soft particles respectively for particle sizes < 500 µm cannot be realized in practice.

#### **Fibre**

Particle with a length/diameter ratio of minimum 10:1 and a length of minimum 500 µm.

Soft fibres are, for example, hair, textile, and polymer fibres.

Hard fibres are, for example, wood, glass and metal fibres.

ISO 16232-7 Road vehicles – Fluid circuits -  
Cleanliness of components – Part 7: Particle  
sizing and counting by microscopic analysis.

### **3 Termer och definitioner**

#### **Komponent**

Generell term som används för att beteckna en artikel, en detaljsammansättning, en artikelsammansättning eller ett system monterat i ett fordon eller liknande.

#### **Extraktionsvätska**

Vätska med definierade egenskaper (viskositet, kokpunkt, renhetsnivå, etc.) som används för att samla upp föroreningar från en provkropp. Extraktionsvätskan måste vara kompatibel med den provkropp som analyseras och den utrustning som används.

#### **Uppsamlingsprocedur**

Metod som definierar alla nödvändiga parametrar för att överföra föroreningar från den kontrollerade ytan hos en provkropp till en vätska och som därmed gör proceduren upprepningsbar. En uppsamlingsprocedur måste valideras.

#### **Partikel**

Fast ämne, fritt eller flyttbart under specificerade förhållanden och som har mekanisk kohesion (ISO 16232-1)

Mjuka partiklar är t.ex. textilludd, papper, plastfolie och hår.

Hårda partiklar är partiklar som kan karakteriseras vara hårdare än de ovan vilka karakteriserats som mjuka.

Att ha skilda krav för hårda respektive mjuka partiklar är inte praktiskt genomförbart för partikelstorlekar < 500 µm.

#### **Fiber**

Partikel där längd/diameterförhållandet är minimum 10:1 och minlängden är 500 µm.

Mjuka fibrer är t.ex. hår-, textil- och polymerfibrer.

Hårda fibrer är t.ex. trä-, glas- och metallfibrer.



### **G-number**

Ratio of the wetted volume (volume of system fluid) to the wetted surface of the system (surface area of the system, which is exposed to the system fluid). The G-number is used for specifying/ calculating cleanliness requirements of components belonging to a system. Further information concerning the G-value is available in section 5.

### **System fluid**

Fluid (liquid, gas) added to a system for normal operation (ISO 16232-1).

### **Test piece**

Component(s) taken out for tests. A test piece can consist of one or more components.

### **Wetted surface**

Surface area of a component or a system exposed to the system fluid.

### **Wetted volume**

Volume of a component or a system in which the system fluid is to be found in final-use operating conditions. The wetted volume is usually the same as the system fluid volume.

## **4 Specifying cleanliness requirements in design-engineering documentation**

From the design-engineering documentation, it shall be clear to what surfaces and volumes the requirement applies or if it refers to the complete component.

Preferably, the requirement for the respective component is specified as the number of particles equal to or larger than specified sizes per cm<sup>2</sup> wetted surface (section 4.3).

In addition to the requirements above, it is possible to specify requirements for the maximum number of fibres/cm<sup>2</sup>  $\geq x$   $\mu\text{m}$ .

### **4.1 Particle sizes**

Normally, requirements for two to five particle sizes are specified. Selected particle sizes are specified and reported in a table with the smallest size indicated first.

### **G-tal**

Förhållande mellan vätt volym (systemvätskans volym) och systemets vätta yta (area hos systemet som exponeras för systemvätskan). G-talet används för att specificera/beräkna renhetskrav hos komponenter som ingår i ett system. Ytterligare information om G-talet finns i avsnitt 5.

### **Systemvätska**

Vätska (gas) som tillförs ett system för normal drift (ISO 16232-1).

### **Provkropp**

Komponent(er) som tagits ut för provning. En provkropp kan utgöras av en eller flera komponenter.

### **Vätt yta**

Area hos komponent eller system som exponeras för systemvätskan.

### **Vätt volym**

Volym hos en komponent eller ett system i vilket systemvätskan finns i den färdiga funktionen. Den vätta volymen är vanligen densamma som systemvätskans volym.

## **4 Att specificera renhetskrav i konstruktionsteknisk dokumentation**

I konstruktionsteknisk dokumentation ska det framgå vilka ytor eller volymer som kravet gäller eller om det avser hela komponenten.

Företrädesvis specificeras kravet för respektive komponent som antal partiklar lika med eller större än specificerade storlekar per cm<sup>2</sup> vätt yta (avsnitt 4.3).

Förutom ovanstående krav är det möjligt att specificera krav för max antal fibrer/cm<sup>2</sup>  $\geq x$   $\mu\text{m}$ .

### **4.1 Partikelstorlekar**

Normalt specificeras krav för två till fem partikelstorlekar, vilka specificeras och rapporteras i en tabell med den minsta storleken först.



When the particle sizes specified in section 6 "Underlying cleanliness requirements" are not suitable, preferably some of the particle sizes  $\geq 5 \mu\text{m}$ ,  $\geq 15 \mu\text{m}$ ,  $\geq 50 \mu\text{m}$ ,  $\geq 100 \mu\text{m}$ ,  $\geq 200 \mu\text{m}$ ,  $\geq 500 \mu\text{m}$ ,  $\geq 1 \text{ mm}$ ,  $\geq 2 \text{ mm}$  and  $\geq 3 \text{ mm}$  shall be used.

The result of a microscopic analysis of the particle size distribution can be expressed by the longest dimension of the particles or by the particle length together with particle width (ISO 16232-7).

Which size attribute is selected shall be reported clearly.

Length together with width can only be handled for particles  $\geq 500 \mu\text{m}$  alternatively for the three largest particles.

#### 4.2 Number of particles equal to or larger than specified sizes per $\text{cm}^2$ of wetted surface, alternative 1

Table 1 shows an example where the maximum numbers of particles equal to or larger than specified sizes per  $\text{cm}^2$  of wetted surface have been specified in the corresponding boxes (here designated V, X, Y and Z).

När partikelstorlekarna som specificerats i avsnitt 6 "Underliggande renhetskrav" inte är lämpliga, ska företrädesvis några av partikelstorlekarna  $\geq 5 \mu\text{m}$ ,  $\geq 15 \mu\text{m}$ ,  $\geq 50 \mu\text{m}$ ,  $\geq 100 \mu\text{m}$ ,  $\geq 200 \mu\text{m}$ ,  $\geq 500 \mu\text{m}$ ,  $\geq 1 \text{ mm}$ ,  $\geq 2 \text{ mm}$  och  $\geq 3 \text{ mm}$  användas.

Resultatet från en mikroskopanalys av partikelstorleksfördelningen kan antingen anges som partiklarnas största längd eller som partikellängd tillsammans med partikelbredd (ISO 16232-7).

Valt storleksattribut ska anges tydligt.

Längd tillsammans med bredd kan endast användas för partiklar  $\geq 500 \mu\text{m}$  alternativt för de tre största partiklarna.

#### 4.2 Antal partiklar lika med eller större än specificerade storlekar per $\text{cm}^2$ vått yta, alternativ 1

Tabell 1 visar ett exempel där de maximala antalen partiklar som är lika med eller större än specificerade storlekar per  $\text{cm}^2$  vått yta har specificerats i motsvarande rutor (här betecknade V, X, Y och Z).

Table 1 Indication in design-engineering documentation  
Tabell 1 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159   |                    |   |    |     |     |
|----------------------------------------|--------------------|---|----|-----|-----|
| MAX NUMBER OF PARTICLES/ $\text{cm}^2$ | $N_C/A_C$          | V | X  | Y   | Z   |
| PARTICLE SIZES                         | $\geq \mu\text{m}$ | 5 | 15 | 100 | 500 |
| WETTED SURFACE                         | $\text{cm}^2 A_C$  | A |    |     |     |

Table 2 shows an example where the maximum numbers of particles equal to or larger than specified sizes per  $\text{cm}^2$  of wetted surface have been specified in the corresponding boxes (here designated T, U, V and X).

In addition to this, soft fibres are accepted. They are not included in V and X, but are specified separately as Y and Z.

Tabell 2 visar ett exempel där de maximala antalen partiklar som är lika med eller större än specificerade storlekar per  $\text{cm}^2$  vått yta har specificerats i motsvarande rutor (här betecknade T, U, V och X).

In addition to this, soft fibres are accepted. They are not included in V and X, but are specified separately as Y and Z.



# STANDARD

## Volvo Car Corporation

# VCS 5091,159

Issue: 11  
Page: 7(27)

Table 2 Indication in design-engineering documentation

Tabell 2 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159    |                                |   |    |     |      |     |      |
|-----------------------------------------|--------------------------------|---|----|-----|------|-----|------|
| MAX NUMBER OF PARTICLES/cm <sup>2</sup> | $N_C/A_C$                      | T | U  | V*  | X*   | Y** | Z**  |
| PARTICLE SIZES                          | $\geq \mu m$                   | 5 | 15 | 500 | 1000 | 500 | 2000 |
| WETTED SURFACE                          | cm <sup>2</sup> A <sub>C</sub> | A |    |     |      |     |      |

\*SOFT FIBRES ARE EXCLUDED

\*\*REFERS TO SOFT FIBRES ONLY

Table 3 shows an example where the maximum numbers of particles whose length and widths are equal to or larger than the specified values have been specified.

It is not suitable to specify length and width requirements for particles smaller than 500  $\mu m$ .

Tabell 3 visar ett exempel där de maximala antalen partiklar som är lika med eller större än specificerad längd och bredd har specificerats.

Det är olämpligt att specificera längd- och breddkrav för partiklar mindre än 500  $\mu m$ .

Table 3 Indication in design-engineering documentation

Tabell 3 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159    |                                |   |    |     |     |  |
|-----------------------------------------|--------------------------------|---|----|-----|-----|--|
| MAX NUMBER OF PARTICLES/cm <sup>2</sup> | $N_C/A_C$                      | V | X  | Y   | Z*  |  |
| PARTICLE SIZES                          | $\geq \mu m$                   | 5 | 15 | 100 | 500 |  |
| WETTED SURFACE                          | cm <sup>2</sup> A <sub>C</sub> | A |    |     |     |  |

\*MAX PARTICLE WIDTH W  $\mu m$

Table 4 shows an example where a requirement on agitation has been specified together with data which diverge from section 6 "Underlying cleanliness requirements".

Tabell 4 visar ett exempel där krav på vickning och data som avviker från avsnitt 6 "Underliggande renhetskrav" specificerats.

Table 4 Indication in design-engineering documentation

Tabell 4 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159    |                 |           |    |     |     |
|-----------------------------------------|-----------------|-----------|----|-----|-----|
| MAX NUMBER OF PARTICLES/cm <sup>2</sup> | $N_C/A_C$       | V         | X  | Y   | Z   |
| PARTICLE SIZES                          | $\geq \mu m$    | 5         | 15 | 100 | 500 |
| WETTED SURFACE                          | cm <sup>2</sup> | A         |    |     |     |
| A <sub>C</sub>                          |                 |           |    |     |     |
| EXTRACTION FLUID VOLUME                 | ml              | B         |    |     |     |
| EXTRACTION METHOD                       |                 | AGITATION |    |     |     |





How to calculate a surface requirement on the basis of a system requirement is described in section 4.4.

See also requirements for agitation in section 6.

*Values acquired by experience are available in Volvo's internal design guidelines.*

#### 4.3 Number of particles equal to or larger than specified sizes on specific component, alternative 2

Table 5 shows an example where the maximum numbers of particles equal to or larger than specified sizes on the wetted surface of the component have been specified in the corresponding boxes (here designated V, X, Y and Z).

The particle sizes can be seen from the requirements in section 6 "Underlying cleanliness requirements".

Hur ett ytkrav beräknas från ett systemkrav beskrivs i avsnitt 4.4.

Notera kraven för vickning under avsnitt 6.

*Erfarenhetsmässiga värden finns i Volvos interna konstruktionsanvisningar.*

#### 4.3 Antal partiklar lika med eller större än specificerade storlekar på specifik komponent, alternativ 2

Tabell 5 visar ett exempel där de maximala antalen partiklar som är lika med eller större än specificerade storlekar på komponentens våtta yta har specificerats i motsvarande rutor (här betecknade V, X, Y och Z).

Partikelstorlekarna framgår av kraven i avsnitt 6 "Underliggande renhetskrav".

Table 5 Indication in design-engineering documentation

Tabell 5 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159          |   |    |     |     |
|-----------------------------------------------|---|----|-----|-----|
| MAX NUMBER OF PARTICLES ON COMPONENT<br>$N_C$ | V | X  | Y   | Z   |
| PARTICLE SIZES $\geq \mu m$                   | 5 | 15 | 100 | 500 |
| WETTED SURFACE $cm^2 A_C$                     | A |    |     |     |

#### 4.4 Particulate concentration in the wetted volume reported as a scale number together with a G-number, alternative 3

Table 6 shows an example where the maximum numbers of particles equal to or larger than specified sizes/ml of wetted volume have been specified as a scale number in accordance with table 7.

When specifying a requirement, the letters V, X, Y and Z shall be replaced by scale numbers (00 to >28) from table 7. However, when the maximum numbers of particles in the different particle sizes are calculated, the corresponding number of particles/ml shall be used.

#### 4.4 Partikelkoncentration i den våtta volymen redovisad som en renhetsnivå tillsammans med ett G-tal, alternativ 3

Tabell 6 visar ett exempel där de maximala antalen partiklar som är lika med eller större än specificerade storlekar/ml vått volym specificerats som en renhetsnivå enligt tabell 7.

När man specificerar ett krav, ska bokstäverna V, X, Y och Z ersättas med renhetsnivåer (00 to >28) från tabell 7. Men när det maximala antalet partiklar i olika partikelstorlekar beräknas, ska motsvarande antal partiklar/ml användas.





Table 6 Indication in design-engineering documentation  
Tabell 6 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159 |                       |     |    |     |     |
|--------------------------------------|-----------------------|-----|----|-----|-----|
| SCALE NUMBER                         | $C_S$                 | V   | X  | Y   | Z   |
| PARTICLE SIZES                       | $\geq \mu m$          | 5   | 15 | 100 | 500 |
| G-NUMBER                             | ml/cm <sup>2</sup> G  | 0,3 |    |     |     |
| WETTED SURFACE                       | cm <sup>2</sup> $A_C$ | A   |    |     |     |

The scale number  $C_S$  shall be specified for the whole system. The maximum accepted number of particles, in the different particle sizes, for the components specified per unit of surface area (cm<sup>2</sup>) is calculated as:

$$\frac{N_C}{A_C} = C_S \times G$$

where

$C_S$  = particle concentration of the system (the maximum accepted number of particles  $\geq$  specified sizes/ml)

$G$  = G-number (ml/cm<sup>2</sup>)

$A_C$  = wetted surface of the component (cm<sup>2</sup>)

$N_C$  = maximum accepted number of particles, in the different particle sizes, for the component

Normally, the requirement of a system is determined by the person responsible for the cleanliness of the system and is specified as a scale number together with a G-number. This requirement is normally communicated as number of particles/cm<sup>2</sup> of specified particle sizes (alternative 2).

Renhetsnivån  $C_S$  specificeras för hela systemet.

Max tillåtet antal partiklar för de olika partikelstorlekarna hos komponenterna specificerade per ytenhet (cm<sup>2</sup>) beräknas på följande sätt:

där

$C_S$  = systemets partikelkoncentration (maximalt tillåtet antal partiklar  $\geq$  specificerad storlekar/ml)

$G$  = G-tal (ml/cm<sup>2</sup>)

$A_C$  = komponentens vätta yta (cm<sup>2</sup>)

$N_C$  = max tillåtet antal partiklar för de olika partikelstorlekarna hos komponenten

Normalt bestäms kravet för ett system av den person som är ansvarig för systemets renhet som en renhetsnivå tillsammans med ett G-tal.

Vanligtvis kommuniceras detta krav som antalet partiklar/cm<sup>2</sup> i angivna partikelstorlekar (alternativ 2).



Table/Tabell 7

| Number of particles/ml, C <sub>S</sub><br>Antal partiklar/ml, C <sub>S</sub> |                               |                             |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| More than<br>Fler än                                                         | Up to and incl.<br>T.o.m.     | Scale number<br>Renhetsnivå |
| 2 500 000                                                                    | -<br>2 500 000<br>1 300 000   | >28<br>28<br>27             |
|                                                                              | 640 000<br>320 000<br>160 000 | 26<br>25<br>24              |
|                                                                              | 80 000<br>40 000<br>20 000    | 23<br>22<br>21              |
|                                                                              | 10 000<br>5 000<br>2 500      | 20<br>19<br>18              |
|                                                                              | 1 300<br>640<br>320           | 17<br>16<br>15              |
|                                                                              | 160<br>80<br>40               | 14<br>13<br>12              |
|                                                                              | 20<br>10<br>5                 | 11<br>10<br>9               |
|                                                                              | 2,5<br>1,3<br>0,64            | 8<br>7<br>6                 |
|                                                                              | 0,32<br>0,16<br>0,08          | 5<br>4<br>3                 |
|                                                                              | 0,04<br>0,02<br>0,01<br>0     | 2<br>1<br>0<br>00           |

Table 8 shows an example where additional data compared to table 6 are reported and entered in the requirement.

Additional data shall only be specified when they differ from what is specified in section 6 "Underlying cleanliness requirements"

Tabell 8 visar ett exempel där ytterligare data jämfört med tabell 6 redovisats och skrivits in i kravet.

Ytterligare data ska endast specificeras när dessa avviker från det som specificerats i avsnitt 6 "Underliggande renhetskrav".



Table 8 Indication in design-engineering documentation  
Tabell 8 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| <b>CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159</b>     |              |            |           |            |            |
|-------------------------------------------------|--------------|------------|-----------|------------|------------|
| <b>SCALE NUMBER</b>                             | $C_S$        | <b>V</b>   | <b>X</b>  | <b>Y</b>   | <b>Z</b>   |
| <b>PARTICLE SIZES</b>                           | $\geq \mu m$ | <b>5</b>   | <b>15</b> | <b>100</b> | <b>500</b> |
| <b>G-NUMBER</b>                                 | $ml/cm^2 G$  | <b>0,3</b> |           |            |            |
| <b>WETTED SURFACE</b>                           | $cm^2 A_C$   | <b>A</b>   |           |            |            |
| <b>EXTRACTION FLUID</b>                         |              | <b>B</b>   |           |            |            |
| <b>PORE SIZE OF FILTER FOR EXTRACTION FLUID</b> | $\mu m$      | <b>C</b>   |           |            |            |
| <b>RINSING PRESSURE</b>                         | $kPa$        | <b>D</b>   |           |            |            |
| <b>RINSING NOZZLE DIAMETER</b>                  | $mm$         | <b>E</b>   |           |            |            |
| <b>PORE SIZE OF FILTER FOR SAMPLE MAX</b>       | $\mu m$      | <b>F</b>   |           |            |            |

#### 4.5 Number of particles and particle concentration of components reported in size range, alternative 4

Table 9 shows an example where the number of particles/cm<sup>2</sup> wetted surface is specified in particle size ranges.

#### 4.5 Partikelantal och partikelkoncentration hos komponenter redovisade i storleksintervall, alternativ 4

Tabell 9 visar ett exempel där maximala antalet partiklar/cm<sup>2</sup> vått yta visas i specificerade partikelstorleks-intervaller.

Table 9 Indication in design-engineering documentation  
Tabell 9 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159    |         |                    |                     |                    |
|-----------------------------------------|---------|--------------------|---------------------|--------------------|
| MAX NUMBER OF PARTICLES/cm <sup>2</sup> | $N_C$   | $T$                | $U$                 | $V$                |
| PARTICLE SIZE RANGES                    | $\mu m$ | $15 \leq x < 50$   | $50 \leq x < 100$   | $100 \leq x < 200$ |
| MAX NUMBER OF PARTICLES/cm <sup>2</sup> | $N_C$   | $X$                | $Y$                 | $Z$                |
| PARTICLE SIZE RANGES                    | $\mu m$ | $200 \leq x < 500$ | $500 \leq x < 1000$ | $1000 \leq x$      |
| WETTED SURFACE                          | $cm^2$  | $A_C$              | $A$                 |                    |

Size ranges may also be used to specify maximum number of particles per wetted surface (alternative 2 above) and to particle concentration reported as a scale number together with a G-number (alternative 3 above).

Storleksintervall får också användas för att specificera max antal partiklar per vått yta (alternativ 2 ovan) och för partikelkoncentration redovisad som en renhetsnivå tillsammans med ett G-tal (alternativ 3 ovan).



#### 4.6 Particle mass

The mass of the particles collected on the filter may be specified as dry mass or ashed mass.

Particle mass may be specified separately or in combination with number of particles.

If a particle mass requirement has been specified together with a requirement on number of particles, both requirements shall be met unless otherwise specified.

Table 11 shows an example where the maximum mass per cm<sup>2</sup> wetted surface has been specified.

#### 4.6 Partikelvikt

Vikten av de partiklar som samlats på filtret kan anges som torrvtikt eller inaskad vikt.

Partikelvikt kan specificeras separat eller i kombination med partikelantal.

Om partikelviktskrav specificerats tillsammans med partikelantal ska båda kraven uppfyllas om inte annat specificerats.

Tabell 11 visar ett exempel där maximala vikten per cm<sup>2</sup> vätt yta specificerats.

Table 11 Indication in design-engineering documentation

Tabell 11 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159                         |                    |   |
|--------------------------------------------------------------|--------------------|---|
| MAX DRY MASS OF PARTICLES/cm <sup>2</sup> ,<br>STD 1026,3319 | mg/cm <sup>2</sup> | X |
| WETTED SURFACE                                               | cm <sup>2</sup>    | A |
| PORE SIZE OF FILTER FOR EXTRACTION                           | µm                 | B |

Table 10 shows an example where the maximum mass has been specified.

Tabell 10 visar ett exempel där maximala vikten specificerats.

Table 10 Indication in design-engineering documentation

Tabell 10 Angivelse i konstruktionsteknisk dokumentation

| CLEANLINESS REQUIREMENT VCS 5091,159                     |                 |   |
|----------------------------------------------------------|-----------------|---|
| MAX DRY MASS OF PARTICLES ON<br>COMPONENT, VCS 1026,3319 | mg              | X |
| WETTED SURFACE                                           | cm <sup>2</sup> | A |
| PORE SIZE OF FILTER FOR EXTRACTION                       | µm              | B |

## 5 G-number calculation

For every component, the area of the surface exposed to the system medium, i.e. the wetted surface, is established. Add these wetted surfaces together to obtain the total wetted surface for the system, A<sub>S</sub> (cm<sup>2</sup>).

Determine the wetted volume of the system (the volume of the medium of the system) V<sub>S</sub> (ml).

The G-number is obtained from the following equation:

## 5 Beräkning av G-tal

För varje komponent bestäms storleken på den yta som kommer i kontakt med mediet i systemet, d.v.s. den väta ytan. Addera dessa väta ytor för att få total vätt yta för systemet, A<sub>S</sub> (cm<sup>2</sup>).

Bestäm systemets väta volym (systemets medie-volym) V<sub>S</sub> (ml).

G-talet beräknas enligt följande ekvation:



$$G = \frac{V_s}{A_s} \text{ (ml/cm}^2\text{)}$$

Normally, scale number and G-number are calculated and decided by the person responsible for the system concerned, while the component requirement is specified in accordance with alternative 1, section 4.2 (number of particles of specified sizes/cm<sup>2</sup>).

Normalt beräknas och beslutas renhetsnivå och G-tal av den som är ansvarig för det berörda systemet medan komponentkravet specificeras enligt alternativ 1, avsnitt 4.2 (antalet partiklar i specificerade storlekar/cm<sup>2</sup>).

### 5.1 Cleanliness of single components specified/reported as particle concentration and G-number

The number of particles specified/measured is converted into the particle concentration of the component's wetted volume. By means of the G-number, the cleanliness requirement for the component is linked to the cleanliness requirement for the system to which the component belongs.

The particle concentration for the total system,  $C_s$  (particles/ml), is calculated for each specified particle size as the number of specified/counted particles in the total system,  $N_s$ , divided by the wetted surface of the system,  $A_s$ , and the G-number.

$$C_s = \frac{N_s}{A_s \times G}$$

The requirement shall be specified as a scale number that corresponds to the particle concentration,  $C_s$ , taken from table 5.

In the same way, the particle concentration for each component,  $C_c$ , is calculated for each specified particle size as the number of specified/counted particles for each component,  $N_c$ , divided by the wetted surface of the component,  $A_c$ , and the G-number.

$$C_c = \frac{N_c}{A_c \times G}$$

## 6 Underlying cleanliness requirements

Unless otherwise specified in the requirement, the following applies:

- Cleanliness requirements that apply to components and which have been specified in documents **apply to components in finished**

### 5.1 Renhet hos enskilda komponenter specificerade/redovisade som partikelkoncentration och G-tal

Antalet partiklar specificerade/uppmätta räknas om till partikelkoncentrationen hos komponentens väta volym. Med G-talet kopplas renhetskravet för komponenten till renhetskravet för systemet som komponenten tillhör.

Partikelkoncentrationen för hela systemet,  $C_s$  (partiklar/ml), beräknas för varje kravsatt partikelstorlek genom att antalet specificerade/räknade partiklar hos hela systemet,  $N_s$  divideras med systemets väta yta  $A_s$  och G-talet.

Kravet specificeras som en renhetsnivå som motsvarar partikelkoncentrationen  $C_s$  som erhålls från tabell 5.

På motsvarande sätt beräknas partikelkoncentrationen för varje komponent,  $C_c$ , genom att specificerade/räknade antal partiklar,  $N_c$ , divideras med komponentens väta yta,  $A_c$ , och G-talet.

## 6 Underliggande renhetskrav

Om inte annat specificerats i kravet gäller följande:

- Renhetskrav som gäller för komponenter och som specificerats i dokument **gäller för komponent i färdigt skick i monterings-**



**condition in the assembly process at Volvo Cars unless otherwise is agreed.**

From a supplier point of view, it is therefore important to have an agreement with the Volvo Cars unit/site concerned on how the component shall be packaged. Based on the test results obtained, it shall be considered likely that all manufactured parts fulfil the specified cleanliness requirements.

- The point in the process where the test piece has been taken out for testing shall be reported in the test results report.
- For each test, three test pieces shall be tested. For approved result, **none of the results from these three test pieces may be above the specified value.**
- For initial sample tests, the same requirements apply.
- The reported result for each test piece is the number of particles collected at one individual collecting procedure for pressure rinse and ultrasonic treatment respectively (section 7.4 and 7.5). For agitation, the collecting procedure shall be performed twice (section 7.3).
- For each test piece, **all test liquid shall be filtered, and all particles and fibres shall be collected** on the filter(s).
- The number of particles  $\geq 5 \mu\text{m}$ ,  $\geq 15 \mu\text{m}$ ,  $\geq 100 \mu\text{m}$  and  $\geq 500 \mu\text{m}$  shall be specified and reported.
- "≥" implies that all particles larger than or equal to a specified size are included. Consequently, the number of particles  $\geq 5 \mu\text{m}$  also cover particles  $\geq 15 \mu\text{m}$ ,  $\geq 100 \mu\text{m}$  and  $\geq 500 \mu\text{m}$ .
- 5 ml extraction fluid/cm<sup>2</sup> of wetted surface area shall be used at pressure rinse.  
If the calculated amount of extraction fluid is less than 2 litres, 2 litres shall be used unless otherwise specified.  
If the calculated amount of extraction fluid is more than 20 litres, 20 litres shall be used unless otherwise specified.  
Deviations from this are permitted if it can be proven that it is possible to comply with the requirements of section 7.6 even if a different amount of extraction fluid is used. Should the volume of extraction fluid specified in the requirement deviate from the above, it is always that which is specified in the requirement that applies.

**processen hos Volvo Cars om inte annat överenskommits.**

Ur leverantörssynpunkt är det därför viktigt att ha en överenskommelse med berörd Volvo Carsenhet/fabrik beträffande hur komponenten ifråga ska vara förpackad. Utifrån erhållna provningsresultat ska det bedömas vara sannolikt att alla tillverkade artiklar uppfyller specificerade renhetskrav.

- Var i processen som provkroppen tagits ut för provning ska finnas med i provningsrapporten.
- För varje prov ska tre provkroppar provas. För godkänt resultat **får inget av resultaten från dessa tre provkroppar överstiga specificerat värde.**
- För utfallsprov gäller samma krav.
- Det redovisade resultatet för varje provkropp är det antal partiklar som samlats upp vid en enskild uppsamlingsprocedur för spolning och ultraljuds-behandling (avsnitt 7.4 och 7.5). För vickning gäller två uppsamlingsprocedurer (avsnitt 7.3).
- För varje provkropp ska **all provningsvätska filtreras och alla partiklar och fibrer ska samlas upp** på filtret/filtrena.
- Antalet partiklar  $\geq 5 \mu\text{m}$ ,  $\geq 15 \mu\text{m}$ ,  $\geq 100 \mu\text{m}$  och  $\geq 500 \mu\text{m}$  ska specificeras och redovisas.
- "≥" innebär att alla partiklar större än eller lika med en specificerad storlek omfattas. Således omfattar antalet partiklar  $\geq 5 \mu\text{m}$  också antalet partiklar  $\geq 15 \mu\text{m}$ ,  $\geq 100 \mu\text{m}$  och  $\geq 500 \mu\text{m}$ .
- 5 ml extraktionsvätska/cm<sup>2</sup> vätt yta ska användas vid spolning.  
Om den framräknade extraktionsvätskemängden understiger 2 liter ska 2 liter användas såvida inte annat specificerats.  
Om den framräknade extraktionsvätskemängden överstiger 20 liter ska 20 liter användas, såvida inte annat specificerats.  
Avvikelser från detta får göras om man kan påvisa att man med en annan mängd extraktionsvätska kan uppfylla kraven enligt avsnitt 7.6. Skulle volymen extraktionsvätska som specificerats i kravet avvika från ovanstående är det alltid det som specificerats i kravet som gäller.



- At extremely small dimensions, several components may make up one test piece. Information on this shall then be given in the results report.
- **In the requirement, the extraction fluid volume at pressure rinse shall only be specified when it differs from the standardized volume (5 ml/cm<sup>2</sup>).**
- **In the test report, the extraction fluid volume used for the collecting procedure shall always be reported.**
- As extraction fluid, water with Neutrapon 5088 (Henkel) or equivalent detergent shall be used (section 11.2). The make and concentration of the detergent shall be stated in the results report.
- During testing, the test piece temperature shall be 23 ± 3 °C.
- The temperature of water-based extraction fluids shall be 55 ± 5 °C and for other extraction fluids 23 ± 3 °C.
- The extraction fluid shall be at least as clean as if filtered through a filter with a pore size of 0,5 µm (11.2).
- For the extraction of particles, **pressure rinse** in accordance with section 7.4 shall be applied when the surface area is larger than 20 cm<sup>2</sup> and it is possible to hit the surfaces at an angle between 30° and 60° and for tubes when the diameter is smaller than 20 mm if they can be connected with the pressure rinse equipment by means of, e.g., a nipple unless the design is such that **agitation** in accordance with section 7.3 is to be preferred (simple enclosed surface). **Ultrasonic vibration** in accordance with section 7.5 shall be applied when the surface area of the component is less than 20 cm<sup>2</sup> and/or when the complexity of the component so requires. When these methods are not relevant, **end-use simulation** in accordance with section 7.6 shall be applied.
- The rinsing pressure at the rinsing nozzle shall be approx. 200 kPa (2 bar).
- The rinsing nozzle shall have a diameter of 2-3 mm (section 11.1.1).
- To ensure that the rinsing pressure is correctly adjusted, the pressure shall be so high that 2,5 litre of extraction fluid/minute flows through a rinsing nozzle with a diameter of 3 mm.
- Vid extremt små dimensioner kan flera komponenter utgöra en provkropp. Detta ska då framgå av provningsrapporten.
- **I kravet ska extraktionsvätskevolymen vid spolning endast specificeras om den avviker från den standardiserade volymen (5 ml/cm<sup>2</sup>).**
- **I provningsrapporten ska extraktionsvätskevolymen som använts vid uppsamlingsproceduren alltid redovisas.**
- Som extraktionsvätska ska vatten med Neutrapon 5088 (Henkel) eller likvärdigt tvättmedel användas (avsnitt 11.2). Av provningsrapporten ska tvättmedlets fabrikat och koncentration framgå.
- Provkroppens temperatur ska vid provning vara 23 ± 3 °C.
- Temperaturen för vattenbaserade extraktionsvätskor ska vara 55 ± 5 °C och för andra extraktionsvätskor 23 ± 3 °C.
- Extraktionsvätskan ska vara minst så ren som om den filtrerats genom ett filter med 0,5 µm porstorlek (11.2).
- För extraktion av partiklar ska **spolning** enligt avsnitt 7.4 tillämpas när ytan överstiger 20 cm<sup>2</sup> och det är möjligt att träffa ytan i en vinkel mellan 30° och 60°; för rör rekommenderas att spolning tillämpas när diametern understiger 20 mm om de kan kopplas till spolningsutrustningen exempelvis via en nippel såvida inte konstruktionen är sådan att **vickning** enligt avsnitt 7.3 är att föredra (okomplicerad slutet yta). **Ultraljudbehandling** enligt avsnitt 7.5 ska tillämpas när komponentens yta understiger 20 cm<sup>2</sup> och/eller när komponentens komplexitet förutsätter detta. När dessa metoder inte är relevanta ska **slutanvändningssimulering** enligt avsnitt 7.6 tillämpas.
- Spoltrycket vid spolmunstycket ska vara ca 200 kPa (2 bar).
- Diametern hos spolmunstycket ska vara 2 till 3 mm (avsnitt 11.1.1).
- För att säkerställa att spoltrycket är rätt inställt ska trycket vara så högt att 2,5 liter spolvätska/minut passerar genom ett spolmunstycke med en diameter av 3 mm.





- 
- The membrane filter shall have a maximum pore size corresponding to 25 % of the smallest analyzed particle size (5  $\mu\text{m}$ -particles give a maximum pore size of 1,25  $\mu\text{m}$ ) (section 11.5).
  - The membrane filter shall have a pore size  $\leq 1,25 \mu\text{m}$  when particle mass analysis shall be performed.
  - When particle mass is indicated, the pore size of the filter shall be stated in the test results report.
  - At manual particle counting in microscope, the magnification shall be at least 200x for particles  $\geq 5 \mu\text{m}$ . The magnification used shall be stated in the test results report.
  - At automatic particle counting in microscope (optical image analysis), the resolution shall be  $\geq 1 \text{ pixel}/\mu\text{m}$  for particles  $\geq 5 \mu\text{m}$ . The resolution used shall be stated in the test results report.
  - Particles and fibres that originate from the testing equipment and the test operator shall not be counted. However, they shall always be reported in the test report.
  - The largest particle and the largest fibre found at the test (both from the test piece and from the test operator) shall always be reported with photo and size in the test report.
  - Regarding the percentage of the filter area size to be counted, it shall be ensured that the filter area counted is typical for the filter.
  - For image analysis, the equipment shall be calibrated in accordance with the manufacturer's instructions or according to agreement with Volvo Cars.
  - The test results report shall always specify the type of equipment used for the particle counting as well as the setting (magnification, resolution, etc.).
  - Confirmation of contaminant removal efficiency in accordance with section 7.6 shall be performed when a component is tested for the first time and/or when the collecting procedure is uncertain.
  - Components shall be packaged in such a way that they are protected against both physical damage and the introduction of contaminants during storage and transportation.
  - Membranfiltret ska ha en maximal porstorlek av 25 % av minsta analyserade partikelstorlek (5  $\mu\text{m}$ - partiklar ger en maximal porstorlek av 1,25  $\mu\text{m}$ ) (avsnitt 11.5).
  - Membranfiltret ska ha en porstorlek  $\leq 1,25 \mu\text{m}$  när partikelviktsanalys ska utföras.
  - När partikelvikt specificeras ska filtrets porstorlek redovisas i provningsrapporten.
  - Vid manuell partikelräkning i mikroskop ska förstoringen vara minst 200x för partiklar  $\geq 5 \mu\text{m}$ . Använd förstoring ska redovisas i provningsrapporten.
  - Vid automatisk partikelräkning i mikroskop (optisk bildanalys) ska upplösningen vara  $\geq 1 \text{ pixel}/\mu\text{m}$  för partiklar  $\geq 5 \mu\text{m}$ . Använd upplösning ska redovisas i provningsrapporten.
  - Partiklar och fibrer som kan hänföras till provningsutrustning och provningsoperatör ska inte räknas med. Däremot ska de alltid redovisas i provningsrapporten.
  - Den största partikeln och den största fibern hos provet (både från provet och provningsoperatören) ska alltid redovisas med foto och storlek i provningsrapporten.
  - Avseende procentandelen av filtrets yta som räknas, ska det säkerställas att den räknade filterytan är representativ för filtret.
  - För bildanalys ska utrustningen kalibreras enligt tillverkarens anvisningar eller enligt överenskommelse med Volvo Cars.
  - Det ska alltid framgå av provningsrapporten vilken typ av utrustning och inställningen av denna som använts för partikelräkningen (förstoring, upplösning, etc).
  - Kontroll av artikelavlägsningens effektivitet enligt avsnitt 7.6 ska utföras första gången en komponent provas och/eller när uppsamlingsproceduren är osäker.
  - Komponenter ska förpackas så att de skyddas mot både fysisk skada och tillförande av nya föroreningar under lagring och transport.



## 6.1 Agitation

Unless otherwise specified, the following applies when **agitation** has been specified:

- Each test piece shall be plugged and filled to 25 % of its volume with extraction fluid. The extraction fluid volume shall be specified in the requirement.  
The agitation procedure shall be performed twice for each test piece using new extraction fluid for each agitation. The two agitations shall be collected as one test. The duration of the agitation shall be 2 min/procedure.

## 6.2 Ultrasonic vibration

Unless otherwise specified, the following applies when **ultrasonic vibration** has been specified:

- the test piece shall be subjected to ultrasonic treatment during 5 min in one position, after which the extraction fluid with the loosened particles is filtered through a membrane filter.

## 7 Testing, contaminant collection

### 7.1 General

The collection apparatus is cleaned with lintfree drying paper soaked with extraction fluid. It shall then be rinsed with extraction fluid using a pressure of approx. 2 bar. The amount of fluid depends on the size of the fluid-collection apparatus.

Before the first test each working week, a blank test shall be performed to verify the test procedure (section 7.2).

By using one of the methods mentioned below (sections 7.3, 7.4 and 7.5), the particles are removed/collected from the test piece and the extraction fluid with particles is collected in the fluid-collection apparatus and filtered through a membrane filter.

It should be noted that **the number of particles collected on each filter must not be more numerous than to make counting of all particles possible**. Should the number of particles be too great, the particles from the test shall be collected on more than one filter.

## 6.1 Vickning

När **vickning** specificerats gäller om inte annat föreskrivits att:

- Varje provkropp ska vara igenpluggad och till 25 % av sin volym vara fylld med extraktionsvätska. Extraktionsvätskevolymen ska vara specificerad i kravet.  
Vickningsproceduren ska utföras två gånger för varje provkropp med ny extraktionsvätska för varje vickning. De båda vickningarna samlas upp som en provning.  
Vickningstiden ska vara 2 min/procedur.

## 6.2 Ultraljudvibrationer

När **ultraljudsvibrationer** specificerats gäller om inte annat föreskrivits att:

- provkroppen ultraljudsbehandlas under 5 min i ett läge, varefter extraktionsvätskan med de lösgjorda partiklarna filtreras genom ett membranfilter.

## 7 Provning, partikeluppsamling

### 7.1 Allmänt

Uppsamlingsutrustningen tvättas ren med luddfritt torkpapper indränkt med extraktionsvätska. Därefter spolras den med extraktionsvätska med ca 2 bars tryck. Mängden vätska beror på vätskeuppsamlingsutrustningens storlek.

Innan första provningen varje arbetsvecka ska ett blankprov genomföras för att verifiera provningsproceduren (avsnitt 7.2).

Partiklarna avlägsnas/samlas upp från provkroppen med någon av nedan nämnda metoder (avsnitt 7.3, 7.4 och 7.5) och extraktionsvätskan med partiklar samlas upp i vätskeuppsamlingsutrustningen och filtreras genom ett membranfilter.

Observera att **partiklar uppsamlade på varje filter inte får vara fler än att det är möjligt att att räkna varje partikel**. Skulle antalet partiklar vara för många för ett filter, samlas partiklarna från provningen upp på fler än ett filter.



Obtain the sample so as to contain all of the contaminants collected from the wetted surfaces of the test piece or, as an alternative, from the entire test piece.

The fluid-collection apparatus is rinsed with unused extraction fluid so that particles that may have got stuck on the sides of the fluid-collection apparatus also pass through the filter.

Finally, the filter is dried in a desiccator.

The number of particles on the membrane filter shall be counted using a microscope or image-analyzing equipment in accordance with ISO 4407 or ISO 16232-7 with the supplement specified in section 6 above concerning magnification and resolution.

Note that the amount of extraction fluid used and the wetted surface shall be recorded in the test results report.

For selection of extraction method, see section 6 Underlying cleanliness requirements.

## **7.2 Blank test**

A blank test shall be performed at least once a week and carried out before the first test of that working week in order to verify the test procedure.

The collection apparatus is cleaned with lintfree drying paper soaked with extraction fluid. It shall then be rinsed with extraction fluid with a pressure of approx. 2 bar. The amount of fluid depends on the size of the fluid-collection apparatus, but at least 2 litres is normally used.

Thereafter, the collection apparatus shall be rinsed with unused extraction fluid which is then filtered through a membrane filter. The amount of fluid depends on the size of the collection apparatus but normally at least 2 litres is used.

Finally, the filter is dried in a desiccator.

Particles of all specified sizes on the membrane filter shall be counted in accordance with ISO 4407 or ISO 16232-7 and/or weighed.

The result of the blank test must not exceed 10 % of the measured test results referring to the blank test and shall be presented in the test report.

Provet ska innehålla alla föroreningar uppsamlade från de vätta ytorna hos provkroppen alternativt från hela provkroppen.

Vätskeuppsamlingsutrustningen spolas med oanvänd extraktionsvätska så att eventuella partiklar som fastnat utefter dess sidor också passerar genom filtret.

Därefter torkas filtret i exsickator.

Antalet partiklar på membranfiltret räknas med mikroskop eller bildanalysutrustning enligt ISO 4407 eller ISO 16232-7 med det tillägg som föreskrivs enligt avsnitt 6 ovan avseende förstoring och upplösning.

Observera att den använda mängden extraktionsvätska och den vätta ytan ska redovisas i provningsrapporten.

För val av extraktionsmetod se avsnitt 6 Underliggande renhetskrav.

## **7.2 Blankprov**

Blankprov ska utföras minst en gång per vecka innan första provningen den arbetsveckan för att verifiera provningsproceduren.

Uppsamlingsutrustningen tvättas ren med luddfritt torkpapper indränkt med extraktionsvätska. Därefter spolas den med extraktionsvätska med ca 2 bars tryck. Mängden vätska beror på vätskeuppsamlingsutrustningens storlek, men normalt används minst 2 liter.

Uppsamlingsutrustningen spolas därefter med oanvänd extraktionsvätska vilken därefter filtreras genom ett membranfilter. Mängden vätska beror på uppsamlingsutrustningens storlek, men normalt används minst 2 liter.

Därefter torkas filtret i exsickator.

Partiklar i alla specificerade storlekar på membranfiltret räknas enligt ISO 4407 eller ISO 16232-7 och/ eller vägs.

Resultatet från blankprovet får inte överstiga 10 % av uppmätta provresultat som refererar till blankprovet och ska redovisas i provningsrapporten.



### 7.3 Agitation

Contaminants contained within simple enclosed surfaces shall be removed by partially filling the test piece under test with the extraction fluid, sealing the openings and agitating the test piece to remove the contaminants from the internal surface and to suspend them (the contaminants) in the extraction fluid. Immediately after agitation, all extraction fluid used in the test shall be drained and collected for analysis.

The amplitude and frequency shall be adapted so that the extraction fluid gets across the volume, from one side to the other, in such a way that all wetted areas are washed thoroughly a number of times.

As an alternative, agitation may be done as follows:

Shake the test piece vigorously in all directions to ensure thorough agitation of the extraction fluid in all the hollow sections.

### 7.4 Pressure rinse

Contaminants on exposed and accessible surfaces shall be removed by directing a stream of the extraction fluid onto the test piece's specified surface, which is placed above an appropriate fluid-collection apparatus. Immediately after rinsing, all extraction fluid used in the test shall be collected for analysis.

Rinsing shall only be carried out in one direction.

The total wetted surface (rinsed area) for each test piece shall amount to at least 100 cm<sup>2</sup>. Should the component not be large enough, the test piece can be made up of two or more components.

Mechanical equipment with other pressures and rinsing amounts may be used. Such use shall be specified.

### 7.5 Ultrasonic vibration

Contaminants on wetted surfaces accessible to ultrasonic vibration shall be detached from the surface by immersing the test piece in extraction fluid and applying ultrasonic vibration. Upon removal of the test piece from the ultrasonic bath, the test piece shall be rinsed with, e.g. a rinsing bottle with clean extraction fluid. All extraction fluid used in the test shall then be collected for analysis.

### 7.3 Vickning

Föroreningar på enkla inneslutna ytor avlägsnas genom att den provkropp som provas delvis fylls med extraktionsvätska, öppningarna försluts och provkroppen vickas för att avlägsna föroreningarna från den invändiga ytan och samla upp dem i extraktionsvätskan. Direkt efter vickningen ska all provningsvätska använd för provningen tappas ur och samlas upp för analys.

Amplitud och frekvens ska anpassas så att extraktionsvätskan kommer över från ena sidan av volymen till den andra på ett sådant sätt att alla vätta ytor översköljs ett flertal gånger.

Som alternativ kan vickning utföras på följande sätt:

Skaka provkroppen kraftigt i alla riktningar för att säkerställa att extraktionsvätskan når alla hålrum.

### 7.4 Spolning

Föroreningar på exponerade och åtkomliga ytor avlägsnas genom att en stråle av extraktionsvätskan riktas mot provkroppens kravsatta yta, som är placerad ovanför en lämplig vätskeuppsamlande utrustning. Direkt efter spolning ska all extraktionsvätska samlas upp för analys.

Spolning ska endast utföras åt ett håll.

Den sammanlagda vätta (spolade) ytan för varje provkropp ska vara minst 100 cm<sup>2</sup>. Skulle en komponent inte vara tillräckligt stor får varje provkropp utgöras av två eller fler komponenter.

Maskinell utrustning med andra tryck och spolmängder får användas. Detta ska vara specificerat.

### 7.5 Ultraljudsvibrationer

Föroreningar på vätta ytor som är åtkomliga för ultraljudsvibrationer avskiljs från ytan genom att provkroppen sänks ned i extraktionsvätska och utsätts för ultraljudsvibrationer. När provkroppen avlägsnas från ultraljudsbadet ska provkroppen sköljas/spolas av exempelvis med en spolfaska med ren extraktionsvätska och därefter samlas all extraktionsvätska upp för analys.



When a requirement refers to a portion of the component's surface only, the entire component is ultrasonically treated and, from the result obtained, the cleanliness of the specified surface is calculated.

The extraction fluid shall be deaerated before the test.

During testing, the test piece shall be immersed into the container with extraction fluid so that the whole test piece is covered.

The container and the test piece are then rinsed with unused extraction fluid so that also particles that have got stuck on the test piece or in the container are filtered.

## **7.6 Confirmation of the contaminant-removal efficiency**

The purpose of confirming the efficiency of the contaminant removal is to verify the test.

First time a component is tested and/or when the collecting procedure is uncertain, the contaminant removal efficiency shall be confirmed. If the contaminant-removal efficiency is  $> 0,10$  when calculated in accordance with below, the collecting procedure shall be updated in collaboration with Volvo Cars.

The confirmation shall be performed as follows:

- a) Perform three collecting procedures in sequence on the same test piece, using a separate container/filter for each collecting (collected sample).
- b) For each of the three samples collected, determine the total number of particles equal to or larger than the specified particle sizes or the total mass of contaminants.
- c) Divide the result for the third sample by the sum of the results for the three samples.
- d) If the calculated value is  $\leq 0,10$ , the sample collecting procedure is completed.
- e) If the calculated value is  $> 0,10$ , an update of the requirement shall be made in consultation with Volvo Cars regarding a larger extraction fluid volume to ensure that the result obtained when calculated in accordance with above is  $\leq 0,10$ .

När ett krav avser en del av en komponents yta ultraljudsbehandlas hela komponenten och från detta resultat beräknas den kravsatta ytans renhet.

Extraktionsvätskan ska vara urgasad innan provningen.

Vid provning ska provkroppen sänkas ned i behållaren med extraktionsvätska så att hela provkroppen täcks.

Spola behållaren och provkroppen med oanvänd extraktionsvätska så att även partiklar som fastnat på provkroppen eller i behållaren kommer med vid filtreringen.

## **7.6 Kontroll av partikelavlägsningens effektivitet**

Kontrollen av partikelavlägsningens effektivitet är till för att verifiera provningen.

Första gången en komponent provas och/eller när uppsamlingsproceduren är osäker, ska partikelavlägsningens effektivitet kontrolleras. Om partikelavlägsningens effektivitet visar ett resultat  $> 0,10$  enligt nedan ska uppsamlingsproceduren uppdateras i samarbete med Volvo Cars.

Kontrollen utförs enligt följande:

- a) Utför tre uppsamlingar i följd på samma provkropp. Använd separat behållare/filter för varje uppsamling (uppsamlat prov).
- b) För vart och ett av de tre uppsamlade proverna bestäm det totala antalet partiklar lika med eller större än de specificerade partikelstorlekarna eller den totala vikten av föroreningarna.
- c) Dela det tredje provets resultat med summan av de tre provens resultat.
- d) Om det beräknade värdet är  $\leq 0,10$  är uppsamlingsproceduren färdig.
- e) Om det beräknade värdet är  $> 0,10$  ska en uppdatering göras i samråd med Volvo Cars beträffande en större mängd extraktionsvätska så att det framräknade resultatet enligt ovan blir  $\leq 0,10$ .



## 8 Testing, particle analysis

### 8.1 Particle mass analysis

Contaminant concentration (mass per unit of wetted surface area, mass per unit of wetted volume, or mass per component) is determined by weighing the amount of material deposited on the membrane filter after filtration.

Unless otherwise specified, VCS 1026,3319 shall be used and the dry mass shall be reported.

### 8.2 Particle size analysis

Contaminant residue on the membrane filter is examined to determine the number of particles in specified size ranges by means of optical microscope or optical image analyzer, scanning electron microscope, or other image-producing instruments (see ISO 4407 or ISO 16232-7).

The longest linear dimension of a particle constitutes particle size.

**NOTE** – For particle nature, ISO 16232-8 may be used.

## 9 Reporting results

The results report should be carried out in accordance with section 12, appendix A.

In the results report, results from the blank test (section 7.2) shall always be reported.

If a very low cleanliness level ( $\leq 0,01$  particles/cm<sup>2</sup> or a scale number of "0" or "00") has been specified and the cleanliness measurement result is just above this, the supplier may refer to the Volvo Cars representative for a possible approval.

## 10 Calculating uncertainty of measurement

Calculations of uncertainty of measurement in accordance with VCS 5091,17 shall be performed at least once a year and in those cases it can be suspected that the rest results may contain errors. Results from calculations of uncertainty of measurement shall be presented upon request.

## 8 Provning, partikelanalys

### 8.1 Partikelviktsanalys

Koncentrationen av föroreningar (vikt per enhet vått yta, vikt per enhet vått volym eller vikt per komponent) bestäms genom att mängden material som avsatts på membranfiltret efter filtrering vägs.

Om inte annat specificerats ska VCS 1026,3319 tillämpas och torrhalten redovisas.

### 8.2 Partikelstorleksanalys

Avlagrade föroreningar på membranfiltret undersöks för att bestämma antalet partiklar i kravsatta storleksintervall med ett optiskt mikroskop, utrustning för optisk bildanalys, svepelektronmikroskop eller annan bildframställande utrustning (se ISO 4407 eller ISO 16232-7).

Den längsta linjära dimensionen hos en partikel utgör partikelstorleken.

**ANM:** För partikelbeskaffenhet får ISO 16232-8 användas.

## 9 Resultatredovisning

Resultatredovisningen bör utföras enligt avsnitt 12, bilaga A.

I resultatredovisningen ska alltid resultat från blankprov (avsnitt 7.2) redovisas.

Om en mycket låg renhetsnivå ( $\leq 0,01$  partiklar/cm<sup>2</sup> eller renhetsnivån "0" eller "00") har specificerats och uppmätta renhetsnivåer marginellt överstiger detta, får leverantören kontakta Volvo Cars representant för ett möjligt godkännande.

## 10 Beräkning av mätosäkerhet

Mätosäkerhetsberäkningar enligt VCS 5091,17 ska utföras minst en gång per år och vid misstanke om att provningsresultat kan innehålla fel. Resultat på mätosäkerhetsberäkningar ska på begäran kunna visas upp.





## **11 Apparatus**

### **11.1 Contaminant-removal equipment**

#### **11.1.1 Pressure-rinsing equipment**

The rinsing equipment shall be equipped with a rinsing nozzle.

If a rinsing nozzle of a diameter which differs from 2-3 mm shall be used, the preferred diameters are 1-5 mm. Information on this shall then be given in the results report.

#### **11.1.2 Ultrasonic tank**

Ultrasonic tank for use in laboratory or intended for cleaning of small components. Tank volume < 10 litres with ultrasonic effect > 10 W/litre and with 25 kHz frequency.

### **11.2 Extraction fluid**

Water-based extraction fluid shall preferably be used. Environmental and health aspects shall be taken into consideration.

In cases where additional specification of the extraction fluid is required, this data shall be written out in full after the specification or in an additional box.

**WARNING** – Exercise care when using solvents that have low flash points and/or emit toxic fumes. Always use suitable protective equipment. Local regulations on health and safety shall be complied with.

### **11.3 Extraction fluid collection apparatus**

Funnel or other type of equipment for collecting extraction fluid before filtering it. The equipment may be connected to the filter holder.

### **11.4 Filter holder**

Filter holder sized to fit the collection filter.

### **11.5 Membrane filter**

Membrane filter compatible with the measuring procedure and extraction fluid.

## **11 Utrustning**

### **11.1 Utrustning för partikelavlägsning**

#### **11.1.1 Spolningsutrustning**

Spolningsutrustningen ska vara försedd med ett spolmunstycke.

Om spolmunstycke med annan diameter än 2 till 3 mm ska användas väljs företrädesvis 1 till 5 mm.  
Detta ska framgå i resultatredovisningen.

#### **11.1.2 Ultraljudsbad**

Ultraljudsbad för laboratoriebruk eller avsett för tvätt av små komponenter. Badvolym < 10 liter med ultraljudseffekt > 10 W/liter och 25 kHz frekvens.

### **11.2 Extraktionsvätska**

Företrädesvis används vattenbaserad extraktionsvätska. Miljö- och hälsoaspekter ska beaktas.

I de fall ytterligare specificering av extraktionsvätska krävs, skrivs dessa uppgifter i klartext efter specifikationen eller i en tilläggsruta.

**WARNING** - Var försiktig vid användandet av lösningsmedel som har låga flampunkter och/eller utsöndrar giftiga gaser. Använd alltid lämplig skyddsutrustning. Lokala hälso- och säkerhetsföreskrifter ska följas.

### **11.3 Utrustning för uppsamling av extraktionsvätska**

Tratt eller annan utrustning för uppsamlande av extraktionsvätska innan denna ska filtreras. Utrustningen får vara ansluten till filterhållaren.

### **11.4 Filterhållare**

Filterhållare som är avpassad till uppsamlingsfiltret.

### **11.5 Membranfilter**

Membranfilter avpassat till mätmetod och extraktionsvätska.





### **11.6 Vacuum device**

Device intended for sucking extraction fluid through the membrane filter for collection of particles.

### **11.7 Microscope**

Microscope for the counting of particles. The microscope shall fulfil the requirements specified in section 6 "Underlying cleanliness requirements".

### **11.8 Analytical balance**

Analytical balance with a measuring accuracy of 0,5 mg.

### **11.6 Vakuumutrustning**

Utrustning för att suga extraktionsvätska genom membranfiltret för uppsamling av partiklar.

### **11.7 Mikroskop**

Mikroskop för partikelräkning. Mikroskopet ska uppfylla kraven specificerade i avsnitt 6 "Underliggande renhetskrav".

### **11.8 Analysvåg**

Analysvåg med en mätnoggrannhet på 0,5 mg.



## **12 Appendix A – Summary of testing parameters**

This compilation sums up the individual sections for the testing. To perform the test correctly, the complete standard must be followed.

### **Preparation for testing**

The collection apparatus is cleaned with lintfree drying paper soaked with extraction fluid and rinsed with extraction fluid at 2 bar.

Before the first test each working week, a blank test shall be performed to verify the test procedure (section 7.2).

### **Testing parameters, general**

For each test, three test pieces shall be tested. None of the results may be above the specified value.

The result for each test piece is the number of particles at one collecting (for agitation, two collecting procedures).

The sample shall contain all of the contaminants collected from the test piece.

At extremely small dimensions, several components may make up one test piece.

### **Extraction fluid**

Extraction fluid, water with Neutrapon 5088 or similar.

Extraction fluid temp  $55 \pm 5$  °C.

Filtered through a filter with a pore size of 0,5 µm.

### **Pressure rinse**

Rinsing nozzle diameter, 2-3 mm.

Rinsing pressure at nozzle approx. 200 kPa (2 bar).

5 ml extraction fluid/cm<sup>2</sup> of wetted surface area, min 2 litres, max 20 litres.

Total controlled surface area for each test piece, min 100 cm<sup>2</sup>. When below, each test piece can be made up of two or more components.

## **12 Bilaga A – Sammanställning av provningsparametrar**

Denna sammanställning är en summering av delmomenten för provningen. För att utföra provningen korrekt måste hela standarden följas.

### **Förberedelser inför provning**

Uppsamlingsutrustningen tvättas ren med luddfritt torkpapper indränkt med extraktionsvätska och spolas med extraktionsvätska med 2 bars tryck.

Innan första provning varje arbetsvecka, ska ett blankprov utföras för att verifiera provningsproceduren (avsnitt 7.2).

### **Provningsparametrar, allmänt**

För varje prov ska tre provkroppar provas. Inget av resultaten får överskrida det specificerade värdet.

Resultatet för varje provkropp utgörs av antalet partiklar vid en insamling (vid vickning två uppsamlingsprocedurer).

Provet ska innehålla alla föroreningar som samlats upp från provkroppen.

Vid extremt små dimensioner, kan flera komponenter utgöra en provkropp.

### **Extraktionsvätska**

Extraktionsvätska, vatten med Neutrapon 5088 eller liknande.

Extraktionsväsketemperatur  $55 \pm 5$  °C.

Filtreras genom ett filter med 0,5 µm porstorlek.

### **Spolning**

Spolmunstyckediameter, 2-3 mm.

Spoltrycket vid spolmunstycket, ca 200 kPa (2 bar).

5 ml extraktionsvätska/cm<sup>2</sup> vätt yta, min 2 liter, max 20 liter.

Den testade ytan för varje provkropp, min 100 cm<sup>2</sup>. Om mindre, får varje provkropp utgöras av två eller fler komponenter.



### **Ultrasonic vibration**

Ultrasonic tank, tank volume  $\leq 10$  litres.

Treatment during 5 min, ultrasonic effect  $\geq 10$  W/litre and 25 kHz frequency.

### **Agitation**

Performed twice, test piece filled to 25 % of its volume. 2 min/procedure.

### **Collecting equipment**

The membrane filter pore size 25 % of smallest analyzed particle size (5- $\mu$ m particles give a max pore size of 1,25  $\mu$ m)

### **Analysing equipment**

Manual particle counting in microscope, magnification at least 200x for particles  $\geq 5$   $\mu$ m.

Automatic particle counting in microscope, resolution  $\geq 1$  pixel/ $\mu$ m for particles  $\geq 5$   $\mu$ m.

### **Analyzing**

Filter is dried in a desiccator.

The particles on the membrane filter shall be counted in accordance with ISO 4407 or ISO 16232-7.

### **Confirmation of the contaminant removal efficiency**

The first time a component is tested, three collecting procedures in sequence on the same test piece shall be performed. The third collection shall be  $\leq 0,10$  of the sum of the three collectings.

### **Test report**

The results report shall include:

- Where the test has been performed and by whom
- Identification of the test including where in the process the sample was collected and the number of analyzed test pieces
- Method used for contaminant collection
- Data on collecting equipment
- Extraction fluid data
- Volume of extraction fluid
- Pore size of filter

### **Ultraljudsvibrationer**

Ultraljudsbad, badvolym  $< 10$  liter.

Ultraljudsbehandlas under 5 min, ultraljudseffekt  $\geq 10$  W/liter och 25 kHz frekvens.

### **Vickning**

Utförs två gånger, provkroppen fylld till 25 % av sin volym. 2 min/procedur.

### **Uppsamlingsutrustning**

Membranfiltrets porstorlek ska vara maximalt 25 % av minsta analyserade partikelstorlek (5- $\mu$ m partiklar ger en maximal porstorlek av 1,25  $\mu$ m)

### **Analysutrustning**

Manuell partikelräkning i mikroskop, förstoring minst 200x för partiklar  $\geq 5$   $\mu$ m.

Automatisk partikelräkning i mikroskop, upplösning  $\geq 1$  pixel/ $\mu$ m för partiklar  $\geq 5$   $\mu$ m.

### **Analys**

Filtret torkas i en exsiccator.

Partiklarna på membran ska räknas enligt ISO 4407 eller ISO 16232-7.

### **Kontroll av partikelavlägsningens effektivitet**

Första gången en komponent provas ska tre uppsamlingar i följd utföras på samma provkropp. Den tredje uppsamlingen ska vara  $\leq 0,10$  av summan av de tre proven.

### **Provningsrapport**

Resultatredovisningen ska omfatta:

- Var provningen har utförts och av vem
- Identifikation för provningen inkluderande var i processen provet tagits ut och antal provkroppar som analyserats
- Uppsamlingsmetod
- Data för uppsamlingsutrustningen
- Data för extraktionsvätskan
- Extraktionsvätskans volym
- Filtrets porstorlek



# STANDARD

## Volvo Car Corporation

# VCS 5091,159

Issue: 11  
Page: 26(27)

---

- Analysing equipment and settings
- Particle counter threshold value
- Requirements and test results
- The size of the largest particle found
- Detailed description with photos including the three largest particles with their sizes.

A test report form is available in appendix B below.

- Analysutrustning och inställningar
- Partikelräknarens tröskelvärde
- Krav and provresultat
- Storleken på största funna partikel
- Detaljerad beskrivning med fotografier där de tre största partiklarna med storlekar finns med.

För provningsprotokollsblankett, se bilaga B nedan.



### **13 Appendix B – Example of results report**

Given below is an example of a test results form. Other types of test result forms may be used provided the information that is required to interpret the test result is included.

[Link to a test report form](#)

### **13 Bilaga B – Exempel på resultat-redovisning**

Nedan finns ett exempel på provningsprotokoll. Andra typer av provningsprotokoll får användas förutsatt att nödvändig information för att tolka provningsresultatet finns med.

[Länk till en provningsprotokollsblankett](#)