

<b>INHOUDSTAFEL</b>
---------------------

<b>1</b>	<b>ALGEMENE BEPALINGEN .....</b>	<b>1</b>
1.1	Voorwerp .....	1
1.2	Definities .....	1
1.3	Grafische symbolen en kringloopschema's .....	2
1.4	Grondstoffen .....	2
1.5	Prestaties .....	3
1.5.1	Beschrijving .....	3
1.5.1.1	Kenmerken van de uitvoering .....	3
1.5.1.1.A	Kwalitatieve en kwantitatieve prestaties .....	3
1.5.1.1.B	Bewegingswetten .....	3
1.5.1.1.C	Belastingen en belastingscombinaties .....	3
1.5.1.1.D	Effectieve gebruiksduur .....	3
1.5.2	Controles .....	3
1.5.2.1	Voorschriften .....	3
1.5.2.1.A	Proeven op het oleohydraulische pompaggregaat .....	3
1.5.2.1.B	Proeven op een installatie .....	4
<b>2</b>	<b>CONSTRUCTIEVE SCHIKKINGEN .....</b>	<b>5</b>
2.1	Hulpapparatuur .....	5
2.1.1	Beschrijving .....	5
2.1.1.1	Wijze van uitvoering .....	5
2.1.1.1.A	Bescherming tegen overdruk .....	5
2.1.1.1.B	Blokkering van een mechanisme met hydraulische bediening .....	5
2.1.1.1.C	Begrenzing van kracht of koppel .....	5
2.1.1.1.D	Terugstelling en vergrendeling op nul .....	5
2.1.1.1.E	Voeding .....	6
2.1.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	6
2.2	Elektrische apparatuur .....	6
2.2.1	Beschrijving .....	6
2.2.1.1	Wijze van uitvoering .....	6
2.2.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	7
2.3	Pompeenheid .....	7
2.3.1	Beschrijving .....	7
2.3.1.1	Wijze van uitvoering .....	7
2.3.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	7
2.3.3	Controles .....	7
2.3.3.1	Typeproeven .....	7
2.3.3.2	Routineproeven .....	8
2.4	Frame .....	9
2.4.1	Beschrijving .....	9
2.4.1.1	Materialen .....	9
2.4.1.2	Wijze van uitvoering .....	9
2.4.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	9
2.5	Reservoir .....	9
2.5.1	Beschrijving .....	9
2.5.1.1	Materialen .....	9
2.5.1.2	Kenmerken van de uitvoering .....	9
2.5.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	10
2.6	Hydraulische filters .....	10
2.6.1	Beschrijving .....	10
2.6.1.1	Kenmerken van de uitvoering .....	10
2.6.1.2	Wijze van uitvoering .....	10
2.6.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	11
2.6.3	Controles .....	11
2.7	Meettoestellen .....	11
2.7.1	Beschrijving .....	11
2.7.1.1	Kenmerken van de uitvoering .....	11
2.7.1.1.A	Manometers .....	11

2.7.1.1.B	Druktransmitters .....	11
2.7.1.2	Wijze van uitvoering.....	12
2.7.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	12
<b>2.8</b>	<b>Hydraulische standaardcilinders .....</b>	<b>12</b>
2.8.1	Beschrijving .....	12
2.8.1.1	Kenmerken van de uitvoering .....	12
2.8.1.2	Wijze van uitvoering.....	12
2.8.1.2.A	Algemene voorschriften.....	12
2.8.1.2.B	Cilinderstangen .....	13
2.8.1.2.C	Cilindermantel .....	13
2.8.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	13
2.8.3	Controles .....	13
<b>2.9</b>	<b>Hydraulische niet-standaardcilinders.....</b>	<b>14</b>
2.9.1	Beschrijving .....	14
2.9.1.1	Berekeningen .....	14
2.9.1.1.A	Cilindermantel .....	14
2.9.1.1.B	Cilinderbodem .....	15
2.9.1.1.C	Cilinderstang .....	15
2.9.1.1.D	Oog- en gaffelconstructies .....	18
2.9.1.1.E	Bevestigingsflenzen van cilindermantel, cilinderbodem en cilinderkop.....	18
2.9.1.1.F	Tappen .....	18
2.9.1.1.G	Verbindingen .....	19
2.9.1.2	Materialen .....	19
2.9.1.2.A	Cilindermantel .....	19
2.9.1.2.B	Cilinderbodem .....	19
2.9.1.2.C	Cilinderkop .....	19
2.9.1.2.D	Cilinderstangen .....	19
2.9.1.2.E	Zuiger.....	19
2.9.1.2.F	Oog- en gaffelconstructies .....	19
2.9.1.2.G	Geleidingen en lageringen .....	19
2.9.1.2.H	Vuilafstrijker.....	20
2.9.1.3	Wijze van uitvoering.....	20
2.9.1.3.A	Cilindermantel .....	20
2.9.1.3.B	Cilinderbodem .....	20
2.9.1.3.C	Cilinderkop .....	20
2.9.1.3.D	Cilinderstangen .....	20
2.9.1.3.E	Zuiger.....	21
2.9.1.3.F	Geleidingen en lageringen .....	21
2.9.1.3.G	Afdichtingen .....	21
2.9.1.3.H	Vuilafstrijker.....	22
2.9.1.3.I	Ontluchting .....	22
2.9.1.3.J	Vastzetting cilinderstangkop.....	22
2.9.1.3.K	Schroefdraadverbindingen .....	22
2.9.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	22
2.9.3	Controles .....	23
2.9.3.1	Keuring cilinderstangen .....	23
2.9.3.1.A	Materiaalkeuring.....	23
2.9.3.1.B	Keuring van afgewerkte cilinderstangen.....	23
2.9.3.2	Keuring proefstangen.....	24
2.9.3.2.A	Laagdiktemetingen.....	24
2.9.3.2.B	Zoutneveltest.....	24
2.9.3.2.C	Bijkomende proeven op keramische bekleding .....	25
2.9.3.3	Proefbelastingen.....	26
<b>2.10</b>	<b>Hulptoestellen .....</b>	<b>27</b>
2.10.1	Beschrijving .....	27
2.10.1.1	Materialen .....	27
2.10.1.2	Kenmerken van de uitvoering .....	27
2.10.1.3	Wijze van uitvoering.....	27
2.10.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	27
<b>2.11</b>	<b>Hydraulische leidingen.....</b>	<b>28</b>

---

2.11.1	Beschrijving.....	28
2.11.1.1	Berekeningen.....	28
2.11.1.2	Materialen.....	28
2.11.1.3	Wijze van uitvoering .....	28
2.11.2	Controles.....	29
2.11.2.1	Materialen.....	29
2.11.2.2	Lassen.....	29
2.11.2.3	Soepele leidingen.....	30
<b>2.12</b>	<b>Hydraulische vloeistof.....</b>	<b>30</b>
2.12.1	Beschrijving.....	30
2.12.2	Controles.....	30
2.12.3	Meetmethode voor hoeveelheden .....	31
<b>2.13</b>	<b>Reservemateriaal.....</b>	<b>31</b>
2.13.1	Beschrijving.....	31
2.13.1.1	Uitvoering.....	31
2.13.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	31
<b>2.14</b>	<b>Revisie van hydraulische cilinders.....</b>	<b>31</b>
2.14.1	Beschrijving.....	31
2.14.1.1	Uitvoering.....	31
2.14.1.1.A	Minimale revisie van de hydraulische cilinder .....	31
2.14.1.1.B	Bijkomende revisiewerken .....	32
2.14.1.1.C	Technische voorschriften.....	32
2.14.2	Meetmethode voor hoeveelheden .....	33
2.14.3	Controles.....	33

## LIJST NORMEN EN DIENSTORDERS

ASTM B 117.03.....	25
ASTM D 664-95.....	30
ASTM D 974-97.....	30
DIN 19704-2:1998.....	13
DIN 50021-ESS:1988.....	25
ISO 10100:2001.....	13, 27
ISO 11158:2009.....	30
ISO 1219-1:2006.....	2
ISO 1219-2:1995.....	2
ISO 16889:2008.....	10
ISO 2909:2002.....	30
ISO 4406:1999.....	10
ISO 6264:1998.....	5
ISO 6981:2006.....	12
ISO 8133:2006.....	12
ISO 9001:2008.....	12
NBN B 51-002:1988.....	15, 16, 18
NBN E 48-008:1990.....	1
NBN E 52-002:1980.....	14
NBN E 52-004:1980.....	14
NBN EN 10025:2005.....	19
NBN EN 10083-1:2007.....	19
NBN EN 10088-1 t.e.m. 3:2005.....	9, 20, 27, 28
NBN EN 10088-1:2005.....	13, 19, 28
NBN EN 10088-3:2005.....	13, 19
NBN EN 10204:2005.....	7, 19, 23, 24, 29, 30
NBN EN 10210-1:2006.....	13, 19
NBN EN 10210-2:2006.....	13, 19
NBN EN 1591-1+A1:2009.....	18
NBN EN 287-1:2004.....	29
NBN EN 582:1994.....	26
NBN EN 623-2:1993.....	14, 26
NBN EN 81-2:1998.....	1, 15
NBN EN ISO 10289:2001.....	25
NBN EN ISO 1463:2004.....	24
NBN EN ISO 14918:1998.....	21

---

NBN EN ISO 14922-2:1 .....	21
NBN EN ISO 15609-1:2004 .....	29
NBN EN ISO 15614-1:2004 .....	29
NBN EN ISO 2178:1995.....	14, 24
NBN EN ISO 2592:2001.....	30
NBN EN ISO 2977:2002.....	30
NBN EN ISO 3016:2000.....	30
NBN EN ISO 3104:1996.....	30
NBN EN ISO 3506-1 t.e.m. 3:2010 .....	20
NBN EN ISO 3675:1998.....	30
NBN EN ISO 3733:2000.....	30
NBN EN ISO 3771:2002.....	30
NBN EN ISO 4287:1998.....	13, 20, 21, 24, 33
NBN EN ISO 4516:2002.....	26
NBN EN ISO 6245:2003.....	30
NBN EN ISO 6743-4:2002 .....	30
NBN EN ISO 7624:2002.....	30
NBN EN ISO 8434.....	29
NBN EN ISO 8434-1:2007 .....	29
NBN EN ISO 898-1:2009 .....	33



# 1 ALGEMENE BEPALINGEN

## 1.1 Voorwerp

De voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op iedere installatie of iedere deelinstallatie waarin bij middel van vloeistof onder druk één van volgende functies of een combinatie ervan wordt uitgevoerd:

- een overbrengingsfunctie van vermogen of van kracht;
- een Bedieningsfunctie;
- een besturings- of regelfunctie.

Voor hydraulische liften gelden de voorschriften van NBN EN 81-2:1998.

De uitvoeringsplannen alsook de as-built plannen omvatten onder meer:

- de volledige hydraulische schema's;
- een plan met de samenbouw van de hydraulische groep(en);
- de samenstellingsschema's van de leidingen in isometrisch perspectief;
- voor alle hydraulische cilinders een samenhangplan met vermelding van de belangrijkste karakteristieken, zoals:
  - cilinderboring;
  - diameter zuigerstang;
  - slaglengte;
  - inbouwmaten volgens ISO;
  - drukklasse;
  - materiaalkenmerken van de bekleding van de zuigerstang:
    - voor de niet-standaardcilinders een detailplan van elk onderdeel van de installatie; een gedetailleerde tekening van een onderdeel in een catalogus wordt als detailplan aanvaard;
    - een gedetailleerde stuklijst met vermelding van de essentiële karakteristieken van de machines, gebruikte toestellen en benodigdheden, hun merk en type, evenals de handelsnaam en het adres van de leverancier.

## 1.2 Definities

In onderhavig hoofdstuk worden de definities van NBN E 48-008:1990 gehanteerd, aangevuld met volgende bepalingen:

- hydraulische eenheid: geheel dat samengesteld is uit de volgende elementen:
  - één of meerdere pompaggregaten;
  - één of meerdere hydraulische motoren, die zowel een rotatiemotor als een lineaire motor kunnen zijn;
  - één of meerdere reservoirs voor de hydraulische vloeistof;
  - de leidingen tussen de pompaggregaten, de reservoirs en de hydraulische motoren.
- pompaggregaat: het als een onafhankelijk geheel opgevatte, samengebouwde geheel dat ten minste de volgende elementen bevat:
  - de pompeenheid;
  - de stuur-, regel-, meet- en beveiligingsapparatuur met inbegrip van hun bevestigingsplaten;
  - het frame;

- de onderlinge hydraulische leidingen.
- cilinderbodem: gesloten uiteinde van de cilinder (geen passerende zuigerstang);
- cilinderkop: uiteinde van de cilinder waardoor een zuigerstang (of tegenstang) passeert;
- drukklasse: genormaliseerde waarde van de nominale druk van een hydraulische cilinder of hydraulische motor;
- dubbelwerkende cilinder met tegenstang: dubbelwerkende cilinder met doorgaande zuigerstang;
- hoofdkring (vermogenkring): deel van een hydraulisch systeem dat bestemd is om vermogen of kracht over te brengen;
- hulpkring: deel van een hydraulisch systeem dat een hulpfunctie vervult zoals een regeling, een sturing;
- pomp met regelbaar slagvolume: pomp met variabel slagvolume uitgerust met een pompstuur- of regelsysteem;
- smoorklep: klep waarin in- en uitgangspoort zijn verbonden door een kanaal waarin een binnen bepaalde grenzen instelbare weerstand is aangebracht (instelbare restrictie);
- spoelklep: apparaat bestemd voor de uitwisseling van de hydraulische vloeistof in een gesloten systeem;
- proportionaalklep: klep die onder invloed van een analoge ingang een bepaalde analoge uitgang geeft;
- voedingspomp: pomp bestemd om in een gesloten systeem de basisdruk te onderhouden en de volumetrische verliezen te compenseren;
- nominale kracht: de kracht die overeenstemt met belastingsniveau 1 (zie **SB 270-44-1.5.1.1.C**);
- nominale druk: de druk die overeenstemt met de nominale kracht;
- uitzonderlijke kracht: de kracht die overeenstemt met belastingsniveau 2 volgend uit de ongunstigste van de belastingscombinaties 2a, 2b, 2c, 2d en 2e (zie **SB 270-41-1.2**);
- uitzonderlijke druk: de druk die overeenstemt met de uitzonderlijke kracht;
- maximale werkdruk: de druk die overeenstemt met de maximale ijkingsdruk van de veiligheidskleppen; is gelijk aan 1,10 maal de grootste waarde van de nominale en van de uitzonderlijke druk;
- maximale kracht: de kracht die overeenstemt met de maximale werkdruk;
- proefdruk: de druk die gelijk is aan 1,50 maal de maximale werkdruk;
- proefkracht: de kracht die gelijk is aan 1,50 maal de maximale kracht.

### 1.3 Grafische symbolen en kringloopschema's

---

De hydraulische schema's dienen te beantwoorden aan de voorschriften van ISO 1219-1:2006 en ISO 1219-2:1995.

### 1.4 Grondstoffen

---

De voorschriften van **SB 270-41** zijn van toepassing op alle hydraulische componenten uitgezonderd de voorschriften volgens **SB 270-41-6** die slechts van toepassing zijn op de niet-standaard hydraulische cilinders.



---

## 1.5 Prestaties

---

### 1.5.1 Beschrijving

#### 1.5.1.1 Kenmerken van de uitvoering

##### 1.5.1.1.A KWALITATIEVE EN KWANTITATIEVE PRESTATIES

De aan het systeem opgelegde kwalitatieve prestaties, zoals de natuur en de opeenvolging van de verschillende uit te voeren bewerkingen, de vergrendelings-, blokkerings-, bedienings-, regelfuncties, enz., worden volledig onafhankelijk van de aan het systeem uitwendige omstandigheden gerealiseerd en zijn in het bijzonder onafhankelijk van:

- de omgevingstemperatuur;
- de omgevende klimaatomstandigheden;
- de grootte en de zin van de resulterende kracht of van het resulterend koppel dat op het motor-element ingrijpt.

De aan het systeem opgelegde kwantitatieve prestaties, zoals de constante of in functie van de tijd veranderlijke waarden opgelegd voor zekere fysische grootheden (snelheid, versnelling, krachten, koppels, enz.), de duur van de bewerkingen, evenals de op deze waarden toegelaten afwijkingen, enz., worden onafhankelijk van de aan het systeem uitwendige omstandigheden gerealiseerd.

De gevraagde nauwkeurigheid wordt bij nominale kracht (of koppel) verwezenlijkt voor elke omgevingstemperatuur begrepen tussen - 10°C en + 40°C. De toegelaten afwijking op de fysische grootheden is gelijk aan +/- 5 %.

##### 1.5.1.1.B BEWEGINGSWETTEN

De bewegingswetten voor beweegbare bruggen, stuwen, sluisdeuren, kleppen en schuiven worden beschreven in **SB 270-43**.

##### 1.5.1.1.C BELASTINGEN EN BELASTINGSCOMBINATIES

De belastingen en belastingscombinaties die als basis dienen voor de berekening van hydraulische systemen worden vermeld in **SB 270-41**.

##### 1.5.1.1.D EFFECTIEVE GEBRUIKSDUUR

**SB 270-41** vermeldt de effectieve gebruiksduur, de gebruiksklasse en het belastingsspectrum van sommige hydraulische aandrijfsystemen.

Voor systemen niet vermeld in **SB 270-41** bedraagt de effectieve gebruiksduur minimum 10 000 uur.

## 1.5.2 Controles

### 1.5.2.1 Voorschriften

De voorgeschreven proeven op de oleohydraulische systemen en installaties zijn een last van de aanneming en vinden plaats in aanwezigheid van de aanbestedende overheid.

Voor de weerstandproeven is de druk gelijk aan de proefdruk en is in geen geval lager dan 15 MPa.

De druk wordt gedurende minstens één minuut toegepast.

Voor de dichtheidsproeven is de druk gelijk aan de maximale werkdruk en is in geen geval kleiner dan 10 MPa. De druk wordt gedurende minstens één minuut toegepast.

De oleohydraulische systemen en installaties mogen gedurende de proeven geen lekken vertonen.

#### 1.5.2.1.A PROEVEN OP HET OLEOHYDRAULISCHE POMPAGGREGAAT

Elke hydraulische groep wordt na zijn volledige opstelling in het werkhuis van de constructeur beproefd.

Deze proeven omvatten een weerstands- en een dichtheidsproef van al de delen van elke kring. Elke hydraulische groep mag gedurende de proeven geen lekken vertonen.

Wanneer deze proeven voldoening hebben gegeven, wordt overgegaan tot het nagaan van de werking van alle kringen en tot het nagaan van de verwezenlijking der prestaties, in de mate waarin dit laatste kan uitgevoerd worden in het werkhuis. Alle kringen worden voorzien van de meettoestellen, die voor het nagaan van hun werking noodzakelijk zijn.

#### 1.5.2.1.B PROEVEN OP EEN INSTALLATIE

Het beproeven van een volledige afgewerkte installatie omvat een dichtheidsproef van alle delen van elke kring. De installatie mag gedurende de proeven geen lekken vertonen.

Wanneer deze proeven voldoening hebben gegeven wordt vervolgens overgegaan tot de werkingsproeven in normale en maximale uitbatingsvoorwaarden en tot de uiteindelijke verificatie van de prestaties. Alle kringen worden voorzien van de meettoestellen die voor het nagaan van hun werking noodzakelijk zijn.

## 2 CONSTRUCTIEVE SCHIKKINGEN

### 2.1 Hulpapparatuur

#### 2.1.1 Beschrijving

##### 2.1.1.1 Wijze van uitvoering

###### 2.1.1.1.A BESCHERMING TEGEN OVERDRUK

Elk deel van een hydraulisch systeem moet op elk ogenblik beschermd zijn door een overdrukklep (veiligheidsklep). Deze klep beantwoordt aan de voorschriften van ISO 6264:1998.

Wanneer meerdere delen van eenzelfde systeem tijdelijk van elkaar kunnen gescheiden worden door afsluiten van blokkeringkleppen of andere analoge apparaten, wordt elk van deze delen individueel beschermd zo in deze delen effectief overdrukken kunnen optreden.

###### 2.1.1.1.B BLOKKERING VAN EEN MECHANISME MET HYDRAULISCHE BEDIENING

Ieder systeem met hydraulische bediening omvat één of meerdere blokkeringorganen die het aangedreven orgaan op absolute wijze stilsthouden:

- tussen de bedrijfsperioden van het systeem;
- in geval van breuk van een leiding op een willekeurige plaats van een hoofd- of hulpkring;
- in geval van verdwijning van de basisdruk in één van de voornoemde kringen;
- in geval van verdwijning van een hulpdruk;
- in geval van verdwijning van de elektrische spanning die voor de voeding of het sturen van het systeem dient;
- in geval van een willekeurig voorval dat de normale werking van het systeem onmogelijk maakt.

De werking van de blokkeringorganen is zodanig dat, hoewel ze onmiddellijk plaatsgrijpt, noch het aangedreven orgaan, noch de eventuele tussenliggende mechanismen aan hogere spanningen onderworpen worden dan deze waarvoor ze berekend zijn.

Het gebruik van schuifafsluiters om leidingen af te sperren wordt, daar er lekken kunnen optreden, niet als een blokkering beschouwd. Analoog wordt het zelfs op absolute wijze afsperren van het debiet dat door een draaiende hydraulische motor kan vloeien, niet als een blokkering van het systeem beschouwd.

Voor het op absolute wijze afsperren van het debiet, wordt bij gebruik van terugslagkleppen de voorsturing uitgevoerd met kogelventielen.

###### 2.1.1.1.C BEGRENZING VAN KRACHT OF KOPPEL

De door het motorelement ontwikkelde kracht (of koppel) wordt automatisch in elke zin begrensd.

De overdrukbeveiliging stemt overeen met de maximale werkdruk of met de maximale kracht en is instelbaar tussen 90 en 110 % van deze waarde.

Deze instelling kan in geen enkel geval worden ontregeld.

De op de ingestelde waarde toegelaten afwijkingen bedragen  $\pm 5\%$  van deze waarde.

De overdrukventielen zijn van het direct gestuurde type.

###### 2.1.1.1.D TERUGSTELLING EN VERGREDELING OP NUL

Elke hoofdkring die één of meerdere pompen met regelbaar slagvolume bevat, is uitgerust met een mechanisme voor het terug op nul stellen en met een vergrendeling op nul.

Het mechanisme voor het terug op nul stellen heeft tot doel alle organen van het hydraulische systeem

in ruststand terug te brengen. Het op nul stellen van de pomp geschiedt met behulp van een asynchrone motor.

Indien het hydraulische systeem zich in een andere stand dan de ruststand bevindt, belet de vergrendeling op nul het starten van de motor(en) die de hoofdpomp(en) aandrijft(ven).

Tijdens het starten van de aandrijfmotor(en) mag geen enkele van de aangedreven organen bewegen.

#### 2.1.1.1.E VOEDING

##### 2.1.1.1.E.1 Gesloten systemen

Ieder gesloten systeem wordt gevoed door één voedingspomp per pompaggregaat, die in het systeem een basisdruk tot stand brengt waarvan de grenswaarde nooit kleiner is dan 1 MPa.

Het voedingsdebiet moet voldoende zijn om:

- de basisdruk op te bouwen in een maximale tijdsduur van 7 s en dit rekening houdende met de interne lekverliezen en met de aanwezigheid van lucht in de hydraulische vloeistof;
- iedere drukval beneden de grenswaarde van de basisdruk te vermijden tijdens de belasting van of tijdens de versnellingen van het pompaggregaat.

Het voedingsdebiet is nooit kleiner dan één vijfde van het maximale debiet van de hoofdpomp.

Een vergrendeling belet de aanvang van of het verder zetten van iedere bewerking totdat de basisdruk opgebouwd is.

##### 2.1.1.1.E.2 Open systemen

In een open systeem zuigt de hoofdpomp de hydraulische vloeistof rechtstreeks aan uit het reservoir, zonder tussenplaatsing van bijkomende pompen.

#### 2.1.2 Meetmethode voor hoeveelheden

De hulpapparatuur is begrepen in de prijs van het oleohydraulisch systeem, en wordt niet apart vergoed.

### 2.2 Elektrische apparatuur

---

#### 2.2.1 Beschrijving

##### 2.2.1.1 Wijze van uitvoering

De uitvoering van een hydraulisch systeem omvat de levering van de volledige elektrische apparatuur die voor zijn volmaakte werking nodig is.

De elektrische bedieningsspanning van hydraulische toestellen is:

- of 24 V gelijkspanning;
- of 230 V wisselspanning.

Alle elektrisch bediende hydraulische toestellen zijn voorzien van een kenplaat, waarop duidelijk de elektrische bedrijfsspanning aangeduid staat.

Ieder elektrisch gestuurd onderdeel (klep, schuif, afsluiter, enz.) wordt elektrisch aangesloten met een aansluitstekker, uitgerust met verkliklampjes of aanduiders die eenduidig aangeven of het onderdeel bekrachtigd is of niet. Daarenboven is ieder elektrisch gestuurd onderdeel bedienbaar met de hand.

De elektrische verdeel- of terugslagkleppen die buiten staan opgesteld, worden afgedekt met een geventileerde aluminium beschermkap.

Het elektrische kabelwerk op de pompaggregaten wordt uitgevoerd met kabels met een isolatie uit oliebestendig materiaal.

## 2.2.2 Meetmethode voor hoeveelheden

De elektrische apparatuur is begrepen in de prijs van het oleohydraulisch systeem, en wordt niet apart vergoed.

## 2.3 Pompeenheid

### 2.3.1 Beschrijving

#### 2.3.1.1 Wijze van uitvoering

Elke pompeenheid bestaat uit een volumetrische pomp met aangebouwde elektromotor.

Het toerental van de pompen en de motoren is niet hoger dan 1500 tr/min. Het toegekende vermogen van de motor wordt bepaald door het nominaal toerental en de maximale werkdruk.

Alle pompen kunnen onbelast aanlopen en worden tijdens hun werking automatisch gesmeerd.

Voor drukken hoger dan 10 MPa wordt uitsluitend gebruik gemaakt van plunjerpompen met minstens vijf plunjers. De plunjerpompen en de toestellen hebben minimaal als drukklasse 35 MPa.

Bij 30 MPa, bij een temperatuur van de vloeistof van 50 °C en bij nominale aandrijfsnelheid, hebben de plunjerpompen een lekdebiet dat kleiner is dan 3 % van hun theoretisch debiet. Voor de pompen met regelbaar slagvolume neemt men als theoretisch debiet het in de beschouwde pomp bereikbare maximum debiet.

Voor de andere pomptypes is het maximaal lekdebiet kleiner dan 15 % van het theoretisch debiet en dit onder dezelfde voorwaarden als deze voor plunjerpompen. Deze andere pompen hebben minimaal als drukklasse 25 MPa.

De aansluiting van de hydraulische leidingen op de pompeenheden gebeurt door middel van soepele leidingen.

De sturing van de helling van een pomp met regelbaar slagvolume geschiedt door middel van een draaistroom-kooiankermotor of een borstelloze 24 VDC-gelijkstroommotor en een reductor.

Bij sturing van de pomphelling door middel van een gelijkstroommotor, neemt de aannemer de nodige voorzorgen opdat de sturing niet verstoord wordt door onder meer elektromagnetische inductie.

Het hellingsdetectiesysteem van een pomp met regelbaar slagvolume bestaat uit een reductor, een hoek-encoder, een verwerkingseenheid en relais. De reductor en de encoder worden op de pomp gebouwd in een behuizing met beschermingsgraad IP55. De verwerkingseenheid en de relais worden in een afzonderlijk kastje ingebouwd. De werking van de encoder is zonder sleepcontacten.

Het meetsignaal is absoluut, wat betekent dat met elke pomphelling slechts één meetsignaal overeenkomt. Bij het wegvallen en terug opkomen van de spanning wordt onmiddellijk de juiste stand van de pomphelling afgelezen. De nauwkeurigheid van de detectie van de helling van de pomp is beter dan 1 % van de totale beweging. Een display op of nabij de verwerkingseenheid geeft de helling van de pomp aan in ° of in %. Minstens 6 verschillende schakelzones kunnen ingesteld worden. Elke schakelzone kan vrij ingesteld worden over het volledige bereik. Bij elke schakelzone hoort een potentiaalvrij contact. Een ander potentiaalvrij contact schakelt bij een defect van het meetsysteem.

#### 2.3.2 Meetmethode voor hoeveelheden

De pompeenheid is begrepen in de prijs van het pompaggregaat, en wordt niet apart vergoed.

### 2.3.3 Controles

#### 2.3.3.1 Typeproeven

Wanneer expliciet voorgeschreven in de opdrachtdocumenten, toont de aannemer aan de hand van keuringsrapporten 3.2. (conform NBN EN 10204:2005) aan dat elk voorgesteld pomptype aan een reeks proefcyclussen onderworpen werd.

Iedere proefcyclus omvat:

- voor een pomp met regelbaar slagvolume:
  - 2 min werking op nuldruk en nuldebiet;
  - de vermeerdering van het pompdebiet tot zijn nominaal debiet onder een hierna bepaalde proefdruk;
  - 1 min werking van de pomp met nominaal debiet en onder proefdruk;
  - de vermindering van het pompdebiet tot nul onder dezelfde proefdruk als hierboven;
  - 2 min werking op nuldruk en nuldebiet;
- voor een pomp met vast slagvolume:
  - 2 min werking onder nuldruk;
  - 1 min werking onder proefdruk;
  - 2 min werking onder nuldruk.

Voor elk van de onderstaande proefdrukken worden 1.000 proefcyclussen uitgevoerd:

- 1,50  $p_w$ ;
- 1,25  $p_w$ ;
- 1,00  $p_w$ ;
- 0,75  $p_w$ ;
- 0,50  $p_w$ ;
- 0,25  $p_w$ .

waarbij  $p_w$ : de normale werkdruk van het hydraulisch systeem.

Vervolgens worden 250 proefcyclussen uitgevoerd, voor elk van de hierboven bepaalde proefdrukken, terwijl de pomp gevoed wordt bij middel van een vloeistof waarvan de viscositeit bij 40 °C overeenkomt met deze van de normaal gebruikte hydraulische vloeistof bij een temperatuur van 0 °C. Ten slotte wordt de pomp onderworpen aan een werkingsproef onder maximale druk gedurende 10 h. De pomplekken worden gemeten bij het begin van de proef, na alle 500 cyclussen en op het einde van de proef onder maximale druk. Deze lekverliezen mogen in geen geval de door de leverancier opgegeven lekwaarden overschrijden.

### 2.3.3.2 Routineproeven

Wanneer expliciet voorgeschreven in de opdrachtdocumenten, ondergaat elke pomp een reeks proefcyclussen analoog aan deze beschreven onder **SB 270-44-2.3.3.1** met dien verstande:

- dat voor elke proefdruk het aantal cyclussen gelijk is aan 2;
- dat de proeven met een vloeistof waarvan de viscositeit van deze van de normaal gebruikte vloeistof afwijkt, niet worden uitgevoerd;
- dat de proeven mogen uitgevoerd worden terwijl de pomp op verminderde snelheid aangedreven wordt en de proefduur in verhouding vergroot wordt. De verminderde snelheid mag nochtans niet lager zijn dan 1/10 van de nominale aandrijfsnelheid.

Iedere pomp ondergaat eveneens een werkingsproef onder maximale druk gedurende 15 minuten. De pomplekken worden bij het begin en aan het einde van de proef onder maximale werkdruk gemeten. Deze lekverliezen mogen in geen geval de door de leverancier opgegeven lekwaarden overschrijden.

## 2.4 Frame

---

### 2.4.1 Beschrijving

#### 2.4.1.1 Materialen

De frames worden in gelaste constructie uitgevoerd en weerstaan uit zichzelf zonder schadelijke vervormingen aan de reacties te wijten aan de werking van de pompeenheden.

Onder ieder frame wordt één corrosievaste metalen lekbak gemonteerd.

#### 2.4.1.2 Wijze van uitvoering

Alle pompeenheden van eenzelfde pompaggregaat worden bevestigd op een metalen frame.

In geval dit om praktische redenen onmogelijk is, wordt het aantal frames tot een minimum beperkt. Zij worden op trillingsdempers gemonteerd.

De lekbak strekt zich uit onder het geheel van toestellen en aansluitingen en heeft een minimale hoogte van 100 mm.

### 2.4.2 Meetmethode voor hoeveelheden

Het frame is begrepen in de prijs van het pompaggregaat, en wordt niet apart vergoed.

## 2.5 Reservoir

---

### 2.5.1 Beschrijving

#### 2.5.1.1 Materialen

Het reservoir is vervaardigd uit corrosievast staal X2CrNiMo17-12-2 (werkstofnummer 1.4404) volgens NBN EN 10088-1 t.e.m. 3:2005.

#### 2.5.1.2 Kenmerken van de uitvoering

Elk hydraulisch systeem is voorzien van een reservoir voor de hydraulische vloeistof met aangepaste vorm en inhoud.

De nuttige inhoud van het reservoir is tenminste gelijk aan de grootst mogelijke hoeveelheid hydraulische vloeistof die uit het reservoir kan onttrokken worden door een willekeurige combinatie van mogelijke cilinderbewegingen, vermeerderd met de helft van de inhoud van alle cilinders. Voor de berekening van de nuttige inhoud worden de bovenste en de onderste 10 cm van het reservoir niet meegerekend.

Het reservoir is voorzien van:

- een luchtfilter met filtreringsgraad = 3 µm;
- een peilaanduider;
- een aanzuigkraan met elektrisch contact;
- een vul- en een aftapopening, deze openingen hebben voldoende afmetingen en zijn zo gelegen dat de vul- en aftapbewerkingen gemakkelijk kunnen worden uitgevoerd, het reservoir heeft een helling van minimum 5 % naar de aftapkraan toe;
- twee vlotter-schakelaars die verklikken dat het vloeistofpeil beneden een bepaald niveau daalt, de eerste schakelaar geeft een waarschuwingsalarm, de tweede geeft een alarm en stopt de pompeenheden;
- een man- of handgat, onafhankelijk van de grootte van het reservoir, bestemd voor het reinigen van het reservoir;

- een aansluiting 1" (zowel onder- als bovenaan het reservoir) waarop een offline filtering kan aangesloten worden;
- een identificatieplaatje met minstens volgende gegevens:
  - het volume van het reservoir;
  - ISO-viscositeitsgraad bij 40 °C van de hydraulische vloeistof.

Bij toepassing van synthetische esters (milieuvriendelijke oliën) als hydraulische olie wordt in serie met de luchtfilter een luchtdroger geplaatst die er moet voor zorgen dat het watergehalte in de olie kleiner blijft dan 500 ppm. Deze luchtdroger beschikt over een autonomie van 1 jaar.

Reservoirs met een nuttig volume groter dan 0,6 m<sup>3</sup> worden door (een) kalmeringsschot(ten) verdeeld in een aanzuig- en een terugloopcompartiment.

## 2.5.2 Meetmethode voor hoeveelheden

Een reservoir dat met een pompaggregaat samengebouwd is, wordt beschouwd als behorend tot het aggregaat, en is in de prijs daarvan begrepen. Het wordt niet apart vergoed.

Een reservoir dat los staat van het (de) aggrega(a)t(en), wordt apart vergoed.

## 2.6 Hydraulische filters

---

### 2.6.1 Beschrijving

In het hydraulische systeem worden hydraulische filters geplaatst zodat de zuiverheidsgraad (volgens ISO 4406:1999) van de hydraulische vloeistof minstens gelijk is aan 19/17/14.

De zuiverheidsgraad van de hydraulische vloeistof in systemen met proportioneelventielen is minstens gelijk aan 18/16/13, en deze in systemen met servoventielen is minstens gelijk aan 16/14/11.

#### 2.6.1.1 Kenmerken van de uitvoering

Enkel filters met een filtratiewaarde  $\beta_{14(c)} \geq 1000$  volgens ISO 16889:2008 zijn toegestaan.

Het nominale debiet van iedere filter is tenminste twee maal zo groot als het grootste vloeistofdebiet dat door de filter vloeit.

De drukval over een nieuwe filter bedraagt niet meer dan 40 kPa bij een olieviscositeit van 45 cSt. Dit wordt aangetoond met een berekening.

Elke filter is uitgerust met een drukschakelaar, die een alarm geeft zodra het drukverlies over de filter groter is dan 600 kPa.

De capaciteit van de filter, dit is de hoeveelheid vuilopname, is zodanig dat de vervanging van de filterelementen ten hoogste om de zes maand moet gebeuren. Deze voorwaarde moet verwezenlijkt worden vanaf drie maand na de indienststelling van de installatie; op dit ogenblik moet de regimetoestand van reinheid worden verkregen. De aannemer neemt de nodige maatregelen opdat die regime-toestand zich binnen de genoemde periode instelt.

De filterelementen zijn niet-regenereerbaar.

#### 2.6.1.2 Wijze van uitvoering

In de persleiding wordt een filter geplaatst. Bij een gesloten circuit mag deze onmiddellijk na de voedingspomp worden geplaatst.

De persleiding wordt voorzien van een staalnamepunt vóór de filter.

Een bijkomend continu offline filter met pompmotor wordt geplaatst op:

- ieder reservoir, gevuld met minerale olie en met een berekend nuttig volume  $\geq 0,200$  m<sup>3</sup>;
- ieder reservoir, gevuld met biologisch afbreekbare olie, ongeacht zijn volume;
- Dit filtersysteem bezit minimaal volgende kenmerken:
  - het pompdebiet bedraagt minimaal 2 % van het volumereservoir/min;



- het is waterabsorberend;
- het is voorzien van een staalnamepunt vóór de filter;
- Het systeem is voorzien van een 3-standenkraan:
  - normaal: off-line filtering actief;
  - vullen: voor het (bij-)vullen van het reservoir over het filterelement door het aanzuigen van olie met behulp van een flexibel. Deze flexibel is minimaal 3 m;
  - ledigen: om het reservoir leeg te pompen via de flexibel.

### **2.6.2 Meetmethode voor hoeveelheden**

De filters zijn begrepen in de prijs van het pompaggregaat resp. het reservoir, en worden niet apart vergoed.

### **2.6.3 Controles**

Er wordt een vloeistofstaal voor het controleren van de zuiverheidsgraad afgenomen vóór de filter in aanwezigheid van de aanbestedende overheid.

## **2.7 Meettoestellen**

---

### **2.7.1 Beschrijving**

De meettoestellen laten de juiste meting toe van de drukken die in de verschillende gedeelten van een hydraulisch systeem optreden.

#### **2.7.1.1 Kenmerken van de uitvoering**

##### **2.7.1.1.A MANOMETERS**

De manometers zijn van het type met glycerinevulling en hebben een meetnauwkeurigheid volgens DIN-klasse 1,0 in het meetbereik van 1,3 x maximale werkdruk van het desbetreffende circuit. Het meetbereik van elke manometer is zodanig dat voor de nominale werkingsvoorwaarden de afgelezen waarde zich in de tweede helft van de schaal bevindt. Wanneer drukstoten mogelijk zijn, worden de manometers voorzien van dempersystemen.

##### **2.7.1.1.B DRUKTRANSMITTERS**

De druktransmitters geven een meetsignaal 4-20 mA, en zijn tevens uitgerust met een display waarop de meetwaarde weergegeven wordt door middel van cijfers met een hoogte van ten minste 8 mm.

De meetsensoren voldoen aan de volgende technische voorwaarden:

- sensorelement in keramisch materiaal (piëzoresistief of piëzo-elektrisch);
- behuizing uit corrosievast staal;
- meetbereik: 0 tot 25 MPa;
- nauwkeurigheid: ten minste 1% van het volledige meetbereik;
- werkingstemperatuur: -20 tot +60 °C;
- overdrukbestendigheid: ten minste 30 MPa;
- lange-termijnstabiliteit: ten minste 0,2 % over 1 jaar.

### 2.7.1.2 Wijze van uitvoering

Iedere pompeenheid wordt uitgerust met een manometer of een druktransmitter op elke hoofdkring, stuurkring en voedingskring. Iedere manometer of druktransmitter is uitgerust met een afsluitkraan of een automatische afsluiting M16-2.

Elk gedeelte van een kring, dat op een gegeven ogenblik tijdens de werking geïsoleerd kan worden, is voorzien van een drukmeetpunt.

Elk drukmeetpunt wordt uitgerust met een automatische afsluiting M16-2.

De meettoestellen zijn zo geplaatst dat ze een gemakkelijke en nauwkeurige lezing van de aangeduide waarde toelaten en dat ze vervangbaar zijn zonder voorafgaande demontage van ander onderdelen van de installatie.

### 2.7.2 Meetmethode voor hoeveelheden

De meettoestellen zijn begrepen in de prijs van het pompaggregaat resp. de motor, en worden niet apart vergoed.

## 2.8 Hydraulische standaardcilinders

---

### 2.8.1 Beschrijving

Een standaardcilinder is een hydraulische cilinder uitgerust met een genormaliseerd cilinderroog (volgens ISO 8132:2006 en ISO 8133:2006) en een genormaliseerde gaffelconstructie, en waarvan de afmetingen en de nominale druk beantwoorden aan ISO-normen.

#### 2.8.1.1 Kenmerken van de uitvoering

De standaardcilinders hebben een maximale stangdiameter van 63 mm en een nuttige slaglengte van maximaal 630 mm.

De cilinder wordt vervaardigd door een aannemer die over een ISO 9001:2008-certificaat beschikt, en is vermeld in zijn catalogoog, waarin naast alle hoofdafmetingen de technische specificaties van de cilinder terug te vinden zijn.

De drukklasse van deze cilinders voldoet aan volgende voorwaarden:

- normale werkdruk  $\leq 10$  MPa: drukklasse  $\geq 16$  Mpa;
- $10$  MPa  $<$  normale werkdruk  $\leq 20$  MPa: drukklasse  $\geq 25$  Mpa.

Iedere hydraulische cilinder is voorzien van een kenplaat met vermelding van minimaal volgende gegevens:

- de naam van de constructeur;
- het fabricagejaar;
- het serienummer;
- de drukklasse.

#### 2.8.1.2 Wijze van uitvoering

##### 2.8.1.2.A ALGEMENE VOORSCHRIFTEN

De aannemer is volledig verantwoordelijk voor de constructieve uitvoering van zijn standaardcilinder. Bij de bepaling van de constructieve kenmerken houdt hij rekening met de omgevingsvoorwaarden waaronder de hydraulische cilinder werkt.

De cilinderstangen dienen echter wel te voldoen aan de voorwaarden vermeld in **SB 270-43-2.8.1.2.B**, terwijl de cilindermantels moeten beantwoorden aan de voorschriften van **SB 270-43-2.8.1.2.C**.

De hydraulische cilinder wordt geleverd met ingetrokken cilinderstang.  
Een HDPE-buis beschermt de eventuele tegenstang tegen mechanische beschadiging tijdens het transport.

#### 2.8.1.2.B CILINDERSTANGEN

De cilinderstangen worden uitgevoerd in veredelstaal of in austenitisch-ferritisch corrosievast staal. De cilinderstangen in veredelstaal worden tegen corrosie beschermd door of een nikkel/chroomdeklaag of een laag industriële keramiek.

- De nikkel- en de chroomdeklaag worden op elektrolytische wijze aangebracht zodat:
  - de dikte van de nikkeldeklaag minimaal 60 µm bedraagt;
  - de dikte van de chroomdeklaag na afwerking minimaal 40 µm bedraagt.
- De keramische deklaag wordt door middel van een numerisch gestuurd spuitproces aangebracht. Deze deklaag is egaal van oppervlak, homogeen, ononderbroken, niet-geleidend, ondoordringbaar en krasbestendig. Conform de voorschriften van art. 10.1.2.2 van DIN 19704-2:1998 bedraagt de deklaagdikte minstens 150 µm en de oppervlaktehardheid 800 à 1000 HV. Het nabehandelen van de keramische deklaag met poriënafdichting is niet toegelaten.

De cilinderstangen in corrosievast staal worden uitgevoerd in de kwaliteit X3CrNiMoN27-5-2 (werkstofnummer 1.4460) of X17CrNi16-2 (werkstofnummer 1.4057) volgens NBN EN 10088-1:2005 en NBN EN 10088-3:2005.

De cilinderstang wordt voorzien van een elektrolytisch aangebrachte chroomdeklaag met een minimum laagdikte na afwerking van 40 µm.

De oppervlakteruwheid Ra volgens NBN EN ISO 4287:1998 van de afgewerkte cilinderstang bedraagt maximaal 0,3 µm.

#### 2.8.1.2.C CILINDERMANTEL

Als de cilinderstang vervaardigd is in veredelstaal, wordt de cilindermantel vervaardigd uit een naadloze stalen buis met als minimum staalkwaliteit S355J2H volgens NBN EN 10210-1:2006 en NBN EN 10210-2:2006

Als de cilinderstang vervaardigd is uit corrosievast staal, wordt de cilindermantel vervaardigd uit een naadloze corrosievaste stalen buis met als minimum staalkwaliteit X5CrNiMo17-12-2 (werkstofnummer 1.4401) volgens NBN EN 10088-1:2005 en NBN EN 10088-3:2005.

De oppervlakteruwheid ter plaatse van het loopvlak van de zuiger bedraagt na de eindbewerking maximaal Ra = 0,2 µm (volgens NBN EN ISO 4287:1998).

### 2.8.2 Meetmethode voor hoeveelheden

De standaardcilinders worden per stuk opgemeten, inclusief de kleppenblokken.

### 2.8.3 Controles

Naast de opleveringsproeven voorzien in ISO 10100:2001 (met inbegrip van de inwendige lekkageproef - art. 7 van de norm) worden volgende niet-destructieve proeven uitgevoerd:

- visuele controle van het oppervlakaspect volgens de voorschriften van **SB 270-43-2.9.3.1.B**;
- dimensionele controle;
- meting van de oppervlakteruwheid Ra volgens NBN EN ISO 4287:1998;
- meting van de deklaagdikte volgens NBN EN ISO 2178:1995 (niet voor cilinderstangen met een nikkel- en chroomdeklaag).

De dichtheid en de porositeit van de keramische deklaag wordt onderzocht overeenkomstig NBN EN 623-2:1993.

## 2.9 Hydraulische niet-standaardcilinders

### 2.9.1 Beschrijving

De uitvoering van iedere niet-standaardcilinder gaat vergezeld van een volledige berekeningsnota die alle berekeningen bevat van de elementen vermeld in **SB 270-44-2.9.1.1**.

Alle onderdelen van de cilinder worden berekend.

De berekening wordt opgemaakt volgens de voorschriften van NBN E 52-002:1980 en NBN E 52-004:1980.

#### 2.9.1.1 Berekeningen

De aannemer mag de waarde voor de veiligheidscoëfficiënten  $v_{s1}$  en  $v_{s2}$  vermeld in artikel 5.6. van NBN E 52-004:1980 gebruiken, op voorwaarde dat hij de cilinder overeenkomstig de voorschriften van voormelde norm berekent op sterkte en op vermoeiing, waarbij de invloed van de kerfwerking in rekening wordt gebracht. Wanneer aan deze voorwaarde niet wordt voldaan, wordt gerekend met de veiligheidscoëfficiënten vermeld in de hierna volgende paragrafen.

Voor de berekeningsvoorschriften volgens **SB 270-41-1** stemt het belastingsniveau 2 overeen met:

- het toepassen van de proefdruk of van de overeenstemmende proefkracht voor de cilindermantel, - bodem en -kop(pen) en voor de bevestigingsflenzen voor de cilinderbodem en -kop(pen);
- het toepassen van de maximale werkdruk of kracht voor de andere componenten van de hydraulische cilinder.

Als een mechanisme in normale gebruiksomstandigheden aangedreven wordt door twee cilinders samen, die elk de helft van de belasting dragen, maar ook kan bediend worden door één cilinder, dan:

- wordt de aandrijving door twee cilinders als normaal bedrijf (belastingsniveau 1) beschouwd;
- wordt de aandrijving door één cilinder als een uitzonderlijke belasting (belastingscombinatie 2a van het belastingsniveau 2) beschouwd.

##### 2.9.1.1.A CILINDERMANTEL

De dikte van de cilindermantel wordt berekend volgens de formule van Lamé voor cilinders met dikke wand.

Formule van Lamé:

$$\sigma_{\text{ber}} = p \frac{r_u^2 + r_i^2}{r_u^2 - r_i^2}$$

In deze formule is:

- $r_i$ : de inwendige straal van de cilindermantel;
- $r_u$ : de uitwendige straal van de cilindermantel;
- $p$ : de proefdruk;
- $\sigma_{\text{toel}}$ : de toelaatbare kritieke spanning waarbij:  $\sigma_{\text{toel}} = f_y$  voor  $f_y \leq 0,7 f_u$   
 $\sigma_{\text{toel}} = 0,7 f_u$  voor  $f_y > 0,7 f_u$
- $f_y$ : de minimale vloeigrens volgens de materiaalnormen;
- $f_u$ : de minimale treksterkte volgens de materiaalnormen.

De veiligheidscoëfficiënt  $v_{s2}$  voldoet aan volgende voorwaarde:

$$v_{s2} = \frac{\sigma_{\text{toel}}}{\sigma_{\text{ber}}} \geq 2$$

De dikte van de cilinderwand wordt zo gedimensioneerd dat bij de maximale proefdruk de speling tussen de cilinderwand en de zuiger kleiner is dan de maximale speling die voor de toegepaste afdichting door de constructeur van deze dichting toegelaten wordt.

De bij de proefdruk optredende radiale verplaatsing  $\Delta r$  wordt berekend met behulp van onderstaande formule:

$$\Delta r = \frac{r_i p}{E} \left( \frac{r_u^2 + r_i^2}{r_u^2 - r_i^2} + \mu \right)$$

met:

- E: elasticiteitsmodulus van staal = 210.000 N/mm<sup>2</sup>;
- $\mu$ : coëfficiënt van Poisson = 0,3.

De maximaal toelaatbare waarde  $\Delta r_{\max}$  voor de radiale verplaatsing mag nooit meer bedragen dan 0,4 mm.

### 2.9.1.1.B CILINDERBODEM

De berekening van de cilinderbodem geschiedt in overeenstemming met de voorschriften van artikel K.1.2 van bijlage K aan NBN EN 81-2:1998.

### 2.9.1.1.C CILINDERSTANG

#### 2.9.1.1.C.1 Knikberekening

De berekening van de weerstand tegen knik geschiedt in overeenstemming met paragraaf 4.3.3.5 van NBN B 51-002:1988.

De knikklasse is c voor volle stangen en a voor holle stangen.

De vereiste veiligheidscoëfficiënten t.o.v. de toelaatbare kritische spanning  $\sigma_{\text{toel}}$  zijn:

- $v_{s1} = 3$ ;
- $v_{s2} = 2$ .

#### 2.9.1.1.C.2 Kniklengte $l_k$

De kniklengte  $l_k$  is afhankelijk van de opstellingswijze van de hydraulische cilinder.

Bij de berekening van de kniklengte  $l_k$ , mag een knikreductiefactor  $\kappa_k$  in rekening worden gebracht die rekening houdt met de stijfheid van de geleider en van de zuiger.

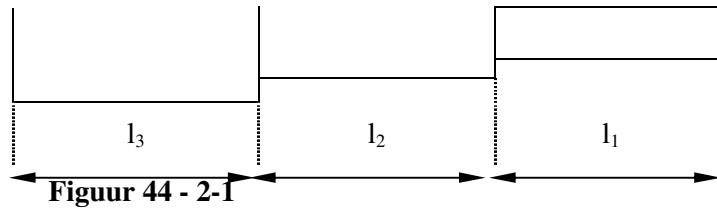
Deze knikreductiefactor  $\kappa_k$  wordt berekend met behulp van de formule van Falk.

$$\kappa_k = \frac{1}{\frac{l_t}{l_3} \sqrt{J_3}} + \frac{1}{\frac{l_t}{l_2} \sqrt{J_2}} + \frac{1}{\frac{l_t}{l_1}}$$

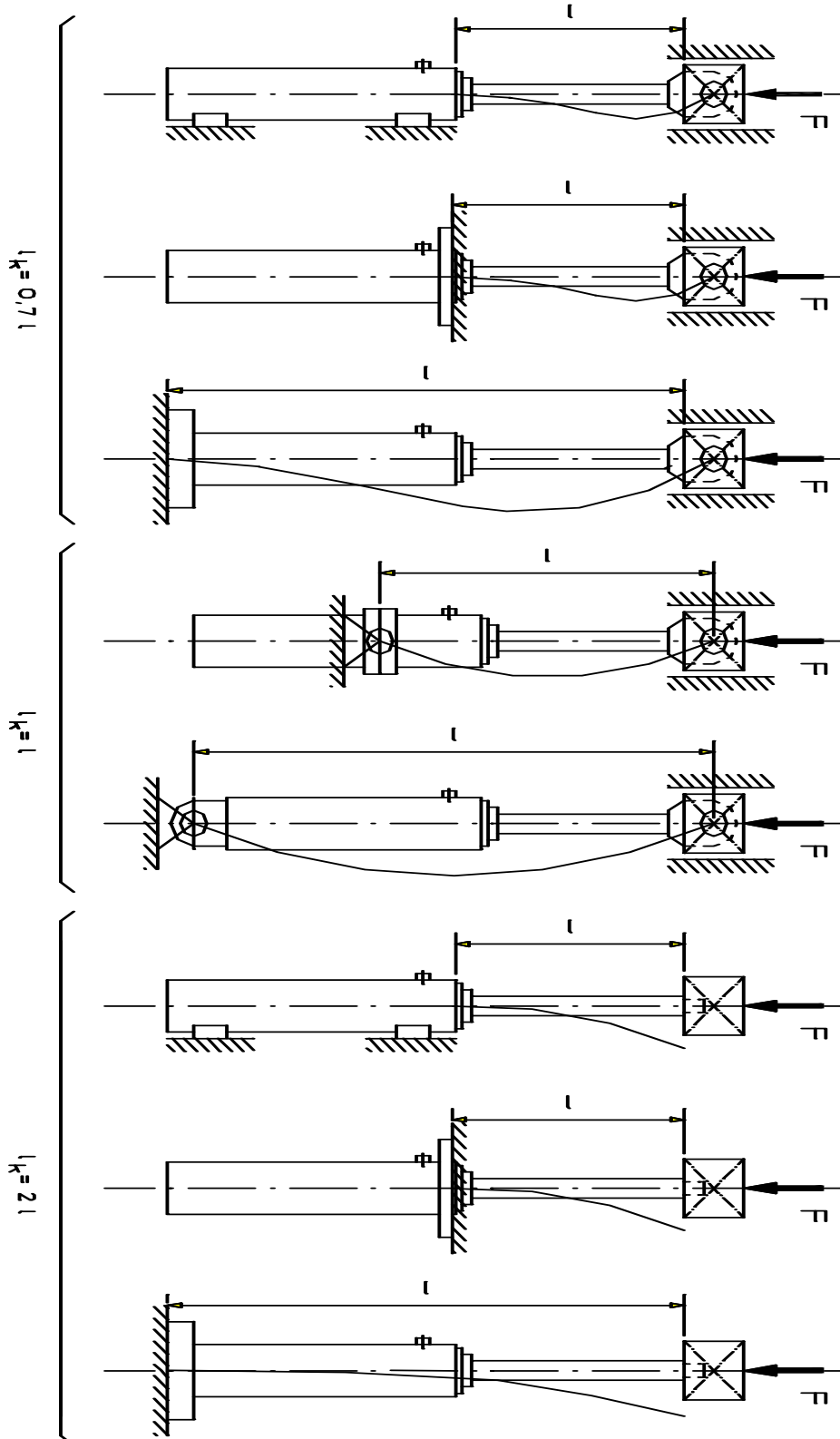
waarbij:

- $l_t = l_1 + l_2 + l_3$ ;
- $l_1$ : de lengte van de zuigerstang;
- $J_1$ : het traagheidsmoment van de zuigerstang;
- $l_2, l_3$ : zie **Figuur 44 - 2-1.**;
- $J_2, J_3$ : zie **Figuur 44 - 2-1.**;





De in rekening gebrachte gereduceerde lengte  $\kappa_k \cdot l_i$  dient steeds groter te zijn dan de lengte van de zuigerstang. De equivalente slankheidsgraad  $\lambda$  van de samengestelde staaf moet kleiner zijn dan 200 (zie artikel 4.3.3.2.3 van NBN B 51-002:1988).



**Figuur 44 - 2-2**

### 2.9.1.1.C.3 Sterkteberekeningen

- Indien de stang niet onderworpen wordt aan zuivere druk, wordt eveneens een berekening op trek en druk, gecombineerd met de buiging veroorzaakt door het eigengewicht van de elementen, op de wrijving in de gewrichten, op de eventuele excentriciteit van de kracht, of op een dwarskracht uitgevoerd.

- Berekening van de weerstand op trek of druk:

$$\text{trek : } \sigma_t = \frac{4 F_{t,\max}}{\pi d^2}$$

$$\text{druk : } \sigma_d = \frac{4 F_{d,\max}}{\pi d^2}$$

Hierin is:

$F_{t,\max}$  = de maximale trekkracht van de zuigerstang;

$F_{d,\max}$  = de maximale drukkracht van de zuigerstang;

$d$  = de kleinste effectieve diameter zuigerstang.

- Berekening van de maximale spanning rekening houdende met het eigengewicht, de excentrische drukbelasting, de wrijving in de gewrichten en een eventuele dwarskracht. Deze berekening wordt uitgevoerd volgens S.P. Timoshenko (zie Résistance des matériaux - tome 2 - p 22 - uitgegeven bij DUNOD: 1977).

De veiligheidscoëfficiënt  $s$  ten opzichte van  $\sigma_{toe1}$  is 1,5 bij belastingsniveau 2;

- In het geval van druk gecombineerd met buiging, wordt de berekening uitgevoerd volgens de voorschriften van paragraaf 4.6.3 van NBN B 51-002:1988.

De coëfficiënten bepaald in deze norm worden als volgt gekozen:

- de veiligheidscoëfficiënt  $s$  ten opzichte van  $\sigma_{toe}$ : 1,5 bij belastingsniveau 2;
- de reductiecoëfficiënt voor knik  $\varphi_n$ :
  - volgens de klasse c voor volle stangen;
  - volgens de klasse a voor holle stangen;
- de kipreductiecoëfficiënt  $\varphi_{e,d}$ : 1;
- de coëfficiënten  $C_x$  en  $C_y$ : 1.

### 2.9.1.1.D OOG- EN GAFFELCONSTRUCTIES

De berekening geschiedt in overeenstemming met de bijlage B aan het document NBD 06000 "Eisen voor hydraulische bewegingswetten" uitgegeven door de bouwdienst van Rijkswaterstaat (uitgave 971201).

### 2.9.1.1.E BEVESTIGINGSFLENZEN VAN CILINDERMANTEL, CILINDERBODEM EN CILINDERKOP

De bevestigingsflenzen van de cilindermantel, de cilinderbodem en de cilinderkop(pen) worden berekend op buiging.

De berekening van de flensverbinding geschiedt in overeenstemming met NBN EN 1591-1+A1:2009

### 2.9.1.1.F TAPPEN

De tappen worden berekend op buiging, op afschuiving en op de specifieke druk.

Het criterium van GUEST wordt toegepast:

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \tau^2}$$



### 2.9.1.1.G VERBINDINGEN

De in rekening te brengen kracht op het verbindingsmiddel (schroefdraad-, spie- of lasverbinding) is deze die overeenstemt met de grootste (maximum maximorum) kracht die in rekening werd gebracht bij de dimensionering van de samen te stellen elementen. De berekening van de verbindingen geschiedt in overeenstemming met de voorschriften volgens **SB 270-41**, aangevuld en/of gewijzigd met onderstaande voorschriften.

### 2.9.1.2 Materialen

#### 2.9.1.2.A CILINDERMANTEL

De cilindermantel wordt vervaardigd uit een naadloze stalen buis met als minimum staalkwaliteit S355J2H volgens NBN EN 10210-1:2006 en NBN EN 10210-2:2006. Een keuringsrapport 3.1. volgens NBN EN 10204:2005 wordt geleverd.

#### 2.9.1.2.B CILINDERBODEM

De cilinderbodem wordt vervaardigd uit staal met als minimum staalkwaliteit S355J2 volgens NBN EN 10025:2005. Een keuringsrapport 3.1. volgens NBN EN 10204:2005 wordt geleverd.

#### 2.9.1.2.C CILINDERKOP

De cilinderkop wordt vervaardigd uit staal met als minimum staalkwaliteit S355J2 volgens NBN EN 10025:2005. Een keuringsrapport 3.1. volgens NBN EN 10204:2005 wordt geleverd.

#### 2.9.1.2.D CILINDERSTANGEN

De cilinderstangen worden uitgevoerd in veredelstaal of in martensitisch corrosievast staal. De cilinderstangen in veredelstaal worden uitgevoerd in staal C45E + QT volgens NBN EN 10083-1:2007 of in veredelstaal van minstens gelijkwaardige kwaliteit.

De cilinderstangen in corrosievast staal worden uitgevoerd in de kwaliteit X3CrNiMoN27-5-2 (werkstofnummer 1.4460) of X17CrNi16-2 (werkstofnummer 1.4057) volgens NBN EN 10088-1:2005 en NBN EN 10088-3:2005.

Voor installaties die op minder dan 10 km van de kust zijn gelegen worden enkel cilinderstangen in veredelstaal toegepast. In de andere gevallen is de aannemer vrij te kiezen tussen beide uitvoeringswijzen.

#### 2.9.1.2.E ZUIGER

De zuiger wordt vervaardigd uit veredelstaal met minimale kwaliteit C45E+ QT volgens NBN EN 10083-1:2007. Een keuringsrapport 3.1. (volgens NBN EN 10204:2005) staft de geleverde staalkwaliteit.

#### 2.9.1.2.F OOG- EN GAFFELCONSTRUCTIES

Oog- en gaffelconstructie worden vervaardigd uit staal met minimum kwaliteit S355J2 volgens NBN EN 10025:2005.

#### 2.9.1.2.G GELEIDINGEN EN LAGERINGEN

De stang- en zuigergeleidingen worden uitgevoerd:

- of uit tinbrons;
- of uit loodbrons;
- of uit polymeren.

Het tin- en het loodbrons en de polymeren beantwoorden aan de voorschriften volgens **SB 270-41-5.11.3.2.**

#### 2.9.1.2.H VUILAFSTRIJKER

De vuilafstrijker wordt uitgevoerd in polyester.

Bij gebruik van een stang in corrosievast staal worden de sluitring en de bouten uitgevoerd in corrosievast staal X5CrNiMo17-12-2 (werkstofnummer 1.4401) volgens NBN EN 10088-1 t.e.m. 3:2005 respectievelijk corrosievast staal A4-70 volgens NBN EN ISO 3506-1 t.e.m. 3:2010. Bij gebruik van een stang in veredelstaal wordt de sluitring uitgevoerd in veredelstaal S355J2 of C45E.

#### 2.9.1.3 Wijze van uitvoering

##### 2.9.1.3.A CILINDERMANTEL

De oppervlakteruwheid ter plaatse van het loopvlak van de zuiger bedraagt na de eindbewerking maximaal  $Ra = 0,2 \mu\text{m}$  (volgens NBN EN ISO 4287:1998).

De cilindermantel van cilinders met een massa van 500 kg of meer is voorzien van twee ogen, die het bevestigen van haken voor het heffen van de cilinder mogelijk maken.

De basisplaten voor de aansluiting van kleppen en leidingen worden rechtstreeks op de cilinder bevestigd zonder plaatsing van een tussenstuk. Hiertoe wordt de cilinder op die plaats afgevlakt en afgewerkt.

##### 2.9.1.3.B CILINDERBODEM

Twee uitvoeringswijzen worden onderscheiden:

- demonteerbare cilinderbodem: de demonteerbare cilinderbodem wordt met een boutverbinding aan de cilindermantel bevestigd. Schroefdraadverbinding is enkel toegestaan voor cilinders met een binnendiameter kleiner dan 180 mm en een maximale werkdruk kleiner dan 10 MPa. Tussen de cilinderbodem en de cilindermantel wordt een statische afdichting aangebracht.
- gelaste cilinderbodem: bij een gelaste cilinderbodem is de vormgeving zodanig dat ter hoogte van de lasnaad:
  - geen buigmomenten worden overgebracht;
  - de kerffactor gunstig is.De lasnaad wordt uitgevoerd als stompe las.

##### 2.9.1.3.C CILINDERKOP

De cilinderkop wordt met een boutverbinding aan de cilindermantel bevestigd.

Schroefdraadverbinding is enkel toegestaan voor cilinders met een binnendiameter kleiner dan 180 mm en een maximale werkdruk kleiner dan 10 MPa.

De cilinderkop bevat een vuilafstrijker, die in een afzonderlijke sluitring is ingebouwd, een statische afdichting tussen kop en mantel, een dynamische afdichting tussen kop en zuigerstang (tegenstang) en de geleiding van de zuigerstang.

Cilinderkoppen die hetzij geheel hetzij gedeeltelijk kunnen worden ondergedompeld bij maximum waterpeil, zijn uitgerust met een vetkamer met supplementaire waterkerende afdichting.

##### 2.9.1.3.D CILINDERSTANGEN

De cilinderstangen in veredelstaal worden tegen corrosie beschermd door of een nikkel-/chromdeklaag of een laag industriële keramiek.

De cilinderstangen in corrosievast staal worden tegen corrosie beschermd door een chromdeklaag. Door de aannemer wordt een meetprotocol opgemaakt van de situatie vóór en ná het aanbrengen van de diverse deklagen. Voor keramische cilinderstangen dient het meetprotocol per stang de

sputparameters en de spuitdatum te vermelden.

De oppervlakteruwheid Ra volgens NBN EN ISO 4287:1998 van de afgewerkte cilinderstang bedraagt gemiddeld 0,2  $\mu\text{m}$ . bedraagt maximaal 0,3  $\mu\text{m}$ .

Elke cilinderstang wordt verlengd met een bijkomende proefstang, die op dezelfde wijze wordt behandeld als de cilinderstang zelf.

De proefstang heeft een lengte van 100 mm en dezelfde diameter als de stang zelf.

Na het verchromen/keramisch bekleden wordt de cilinderstang op maat gebracht door slijpen of polijsten.

De einddiameter van de cilinderstang is gelegen binnen het tolerantieveld dat voor de stangdiameter werd gekozen in functie van de gebruikte afdichtingen.

#### 2.9.1.3.D.1 Nikkeldeklaag

De nikkeldeklaag wordt op elektrolytische wijze aangebracht zodat de dikte van de nikkeldeklaag minimum 60  $\mu\text{m}$  bedraagt; en maximum 150  $\mu\text{m}$ ;

#### 2.9.1.3.D.2 Chromdeklaag

De chromdeklaag wordt op elektrolytische wijze aangebracht zodat de dikte van de chromdeklaag na afwerking (polijsten) minimum 50  $\mu\text{m}$  bedraagt.

#### 2.9.1.3.D.3 Keramische deklaag

De keramische deklaag wordt aangebracht door middel van een numerisch gestuurd spuitproces. Aan de hand van door onafhankelijke derden uitgegeven attesten toont de aannemer aan dat:

- zijn personeel voldoet aan de kwaliteitseisen van NBN EN ISO 14918:1998: zijn personeel moet geslaagd zijn voor de proeven in verband met het aanbrengen van keramische materialen door het plasma- of het High Velocity Oxygen Fuel-sputproces;
- hij voldoet aan de kwaliteitseisen van NBN EN ISO 14922-2:1.

De cilinderstangen worden vooraf ontvet, ontroest en gezandstraald, waarna eerst een hechtingslaag wordt aangebracht en vervolgens de keramische deklaag. Het nabehandelen met poriënafdichting is niet toegelaten.

De totale dikte van de deklaag (exclusief de hechtingslaag) bedraagt gemiddeld minimum 250  $\mu\text{m}$ . Op geen enkel meetpunt mag een waarde kleiner dan 200  $\mu\text{m}$  gemeten worden.

#### 2.9.1.3.E ZUIGER

Beide zijden van de zuiger zijn voorzien van twee types van afdichting:

- een statische afdichting tussen de zuiger en de zuigerstang;
- een dynamische afdichting tussen de zuiger en de zuigermantel.

De zuiger wordt tegen het verdraaien ten opzichte van de zuigerstang geborgd.

#### 2.9.1.3.F GELEIDINGEN EN LAGERINGEN

Aan de hand van een berekeningsnota toont de aannemer aan dat de vlaktedruk onder bedrijfsomstandigheden de uiterste grensvoorwaarden niet overschrijden.

Bij het toepassen van geleidingen uit polymeren wordt eveneens de indrukking onder bedrijfsomstandigheden aan de hand van een berekening gecontroleerd.

De stanggeleiding is voorzien van spiraalvormige smeergroeven, de zuigergeleiding echter heeft één of meerdere cirkelvormige smeergroeven.

De geleidingsbussen worden in axiale richting mechanisch geborgd.

#### 2.9.1.3.G AFDICHTINGEN

Twee types van afdichtingen worden onderscheiden:

- statische afdichtingen tussen:
  - cilindermantel en cilinderbodem;
  - cilindermantel en cilinderkop;
  - zuiger en zuigerstang.
- dynamische afdichtingen tussen:
  - de cilinderkop en de zuigerstang (tegenstang);
  - de cilindermantel en de zuiger.

#### 2.9.1.3.G.1 Statische afdichtingen

De gebruikte statische afdichtingen zijn O-ringen.

#### 2.9.1.3.G.2 Dynamische afdichting

- De dynamische afdichtingen zijn samengesteld uit viervoudig gedeelde dakvormafdichtingen.

Alle dynamische afdichtingen worden onder bedrijfsomstandigheden gecontroleerd op:

- “stick-slip”-verschijnselen;
- lekkage.

#### 2.9.1.3.H VUILAFSTRIJKER

De cilinderkop bevat een vuilafstrijker die in een afzonderlijke sluitring is ingebouwd. De vuilafstrijker wordt bevestigd door de sluitring en bouten.

#### 2.9.1.3.I ONTLUCHTING

Aan beide uiteinden van de hydraulische cilinder wordt een ontluchting voorzien met snelkoppeling voor aansluiting van een manometer. De ontluchters worden geplaatst op de hoogste punten van de cilinderkamers.

#### 2.9.1.3.J VASTZETTING CILINDERSTANGKOP

De cilinderstang wordt voorzien van een schroefdraaduiteinde voor de vastzetting van de cilinderstangkop. Deze laatste wordt op de cilinderstang geschroefd tot een vaste uitwendige mechanische aanslag met de cilinderstang wordt bereikt.

De cilinderstangkop wordt mechanisch tegen het losdraaien geborgd.

Indien de cilinderstang uit corrosievast staal vervaardigd is, wordt de schroefdraad vooraf met een deblokkeringspasta ingesmeerd.

#### 2.9.1.3.K SCHROEFDRAADVERBINDINGEN

Op uitzondering van voorspanboutverbindingen worden alle verbindingen met schroefdraad mechanisch tegen het losdraaien geborgd.

### 2.9.2 Meetmethode voor hoeveelheden

De cilinders worden per stuk opgemeten, inclusief de kleppenblokken.

## 2.9.3 Controles

### 2.9.3.1 Keuring cilinderstangen

#### 2.9.3.1.A MATERIAALKEURING

De mechanische proeven op de cilinderstangen worden uitgevoerd per gieting vóór het aanbrengen van de deklagen vermeld in **SB 270-44-2.9.1.3.D**.

De mechanische proeven worden uitgevoerd volgens de in de desbetreffende normen aangegeven methode.

Indien de afmetingen van het product de in de norm vermelde afmetingen overschrijden, dienen de materiaalkarakteristieken te beantwoorden aan deze van de grootste in de norm vermelde afmetingen. Het keuringsdocument bevat de resultaten van volgende proeven:

- chemische analyse;
- trekproef;
- kerfslagproef.

De resultaten van de chemische analyse worden bevestigd door een attest 3.1 volgens NBN EN 10204:2005.

De resultaten van de mechanische proeven worden bevestigd door een keuringsattest 3.2 volgens NBN EN 10204:2005.

Het aanbrengen van de deklagen mag pas geschieden na het aanvaarden van de gevraagde certificaten door de aanbestedende overheid.

Van het verloop van de verschillende bewerkingen aan de cilinderstang (voorslijpen, vernikkelen, verchromen, keramische bekleden, naslijpen en polijsten) worden meetrappen opgesteld, waaruit de dikte van de verschillende deklagen kan afgeleid worden. Deze meetrappen worden ter beschikking van de aanbestedende overheid gesteld.

De resultaten worden bevestigd door een attest 3.1 volgens NBN EN 10204:2005.

#### 2.9.3.1.B KEURING VAN AFGEWERKTE CILINDERSTANGEN

##### 2.9.3.1.B.1 Afname proefstangen

Na de volledige afwerking van de cilinderstangen, wordt de aanbestedende overheid uitgenodigd voor het stempelen van de proefstangen en de keuring van de cilinderstangen.

De proefstangen mogen pas worden afgezaagd nadat deze door de aanbestedende overheid werden gestempeld.

##### 2.9.3.1.B.2 Oppervlakteaspect

Na het droogwrijven met een vod wordt de cilinderstang geïnspecteerd op eventuele fouten in de corrosiebeschermende laag. Onder fouten dient te worden verstaan elke vorm van onregelmatigheid in het deklaagoppervlak gekenmerkt door een niet-blinkend uitzicht, een oneffenheid in het oppervlak of een porie in de deklaag.

De aanvaardingscriteria voor de chroomdeklaag zijn:

- het aantal oppervlaktefouten, zichtbaar met het oog, bedraagt maximum 5 per m<sup>2</sup> stangoppervlak;
- er mogen geen putjes, noch oppervlaktefouten groter dan 1 mm<sup>2</sup> voorkomen; herstellingen door "dot-welding" worden toegelaten, doch worden meegerekend als oppervlaktefout;
- met een loep (vergroting 10x) mogen geen scheuren of barsten zichtbaar zijn.

De aanvaardingscriteria voor de keramische deklaag zijn:

- geen enkele scheur, barstvorming, put of blaasvorming of afschilfering mag met een loep (vergroting 10x) zichtbaar zijn;

- het aantal oppervlaktefouten, zichtbaar met het oog, bedraagt maximum 5 per m<sup>2</sup> stangoppervlak;
- er mogen geen oppervlaktefouten voorkomen die groter zijn dan 1 mm<sup>2</sup>;
- de keramische laag is egaal van oppervlak, homogeen, ononderbroken, niet-geleidend en ondoordringbaar, bij de voorlopige zowel als bij de definitieve oplevering wordt nagegaan of aan deze voorwaarde voldaan is, is dit niet het geval dan wordt de cilinderstang afgekeurd;
- het optreden van gebreken of van roestpartikeltjes afkomstig van het basismateriaal leidt tot afkeuring van de cilinderstang.

#### 2.9.3.1.B.3 Laagdiktemeting

Voor cilinderstangen in corrosievast staal met chroomdeklaag en voor keramisch beklede cilinderstangen wordt de laagdikte gemeten volgens NBN EN ISO 2178:1995. Het aantal meetplaatsen bedraagt minimaal 3 gelijkmatig verdeeld over de stangoppervlakte. Per meetplaats worden 5 metingen uitgevoerd.

#### 2.9.3.1.B.4 Oppervlakteruwheid

De keuring omvat een meting van de oppervlakteruwheid Ra volgens NBN EN ISO 4287:1998 van de afgewerkte stang.

Het aantal meetplaatsen per strekkende meter is gelijk aan 5 (met een minimum van 5 per cilinderstang). Deze meetplaatsen liggen gelijkmatig verspreid over het oppervlak van de stang.

#### 2.9.3.1.B.5 Dimensionele controle

De belangrijkste afmetingen zijn conform aan de goedgekeurde uitvoeringsplannen.

#### 2.9.3.1.B.6 Beoordeling

De cilinderstangen die niet voldoen aan voormelde keuringsproeven worden geweigerd.

### 2.9.3.2 Keuring proefstangen

#### 2.9.3.2.A LAAGDIKTEMETINGEN

Voor cilinderstangen in veredelstaal met nikkel/chroom als deklaag gebeurt de laagdiktemeting op de proefstang.

Van de proefstang wordt in het bijzijn van de aanbestedende overheid een schijf van 15 mm afgezaagd.

Op deze schijf wordt aan de hand van een microscopische doorsnede de laagdikte van de diverse deklagen bepaald.

De uitvoering van de meting gebeurt volgens NBN EN ISO 1463:2004.

De resultaten worden bevestigd door een keuringsattest 3.2. volgens NBN EN 10204:2005.

De cilinderstangen waarvan de laagdikte van de proefstangen onvoldoende is worden geweigerd.

#### 2.9.3.2.B ZOUTNEVELTEST

##### 2.9.3.2.B.1 Algemeen

- De zijkanten van de proefstangen worden afgedekt met een epoxyverf of met was, ten einde enkel het chromoppervlak of keramische oppervlak bloot te stellen aan de corrosietest.
- De proefstangen worden op hun zijkant en onder hoek geplaatst in de zoutnevelkast, zonder ondersteuning van de einddeklaag. Indien een opstelling zonder ondersteuning niet mogelijk is, wordt de eventuele spleetcorrosie veroorzaakt door de ondersteuning niet in aanmerking genomen voor de beoordeling.

### 2.9.3.2.B.2 Nikkel- en chroomdeklagen op veredelstaal en chroomdeklagen op corrosievast staal

De proefstangen worden onderworpen aan een zoutneveltest van 672 h in overeenstemming met ASTM B 117.03.

### 2.9.3.2.B.3 Keramische deklagen op veredelstaal

De poreusheid en de weerstand tegen aantasting worden aangetoond door middel van een azijnzuur-zoutsproeioproef in overeenstemming met DIN 50021-ESS:1988.

De duur van de proef bedraagt 672 h.

Na de proef moet de keramische bekleding volkomen intact zijn en vrij van roestpartikeltjes van het basismateriaal.

### 2.9.3.2.B.4 Beoordeling

De beoordeling van de zoutneveltest gebeurt volgens de evaluatiemethode zoals beschreven in NBN EN ISO 10289:2001, en dit zowel voor wat betreft de corrosie van het basismateriaal als voor de aantasting van de deklaag.

Als aantasting wordt in aanmerking genomen:

- elke discrete aantasting die niet kan ingeschreven worden binnen een vierkant van 2 mm zijde;
- het geheel van aantastingen in een roostervlak van 5 mm zijde waarvan de som van de aangetaste oppervlakken groter is dan 4 mm<sup>2</sup>.

Het significante oppervlak van de proefstang is het cilinderoppervlak van de proefstang met uitzondering van het oppervlak dat op 10 mm van onder- en bovenkant van de proefstang is gelegen.

### 2.9.3.2.B.5 Aanvaardingscriteria

<b>Nikkel en chroomdeklagen</b>	
	<b>Minimum quotatie</b>
Corrosie van het basismateriaal	10
Corrosie of elke andere aantasting van de Chroomdeklaag:	
- installaties op minder dan 10 km van de kust	8
- alle andere omgevingen	6

**Tabel 44- 2-1**

<b>Keramische deklagen</b>	
	<b>Minimum quotatie</b>
Corrosie van het basismateriaal	10
Corrosie of elke andere aantasting van de keramische deklaag	9

**Tabel 44- 2-2**

<b>Chroomdeklagen op corrosievast staal</b>	
	<b>Minimum quotatie</b>
Corrosie van het basismateriaal	9
Corrosie of elke andere aantasting van de Chroomdeklaag	6

**Tabel 44- 2-3**

De cilinderstangen waarvan de proefstangen niet voldoen aan de zoutneveltest worden geweigerd.

### 2.9.3.2.C BIJKOMENDE PROEVEN OP KERAMISCHE BEKLEDING

#### 2.9.3.2.C.1 Slagvastheid

De proefstang wordt onderworpen aan een schokbelasting. Daartoe laat men een massa van 1 kg van op een hoogte van 1 m vallen. Het contactpunt van de massa is sfeervormig (kogel met diameter van 1 duim).

De proef wordt 10 maal herhaald waarbij geen loskomen of uiteenspatten of splijtende barsten van de bekleding mag optreden. De controle geschiedt met een loep (vergroting: 10x).

De vorming van een indrukking wordt niet aanzien als een onaanvaardbaar gebrek.

#### 2.9.3.2.C.2 Hechting

De hechting van de keramische deklaag op het basismateriaal wordt gecontroleerd in overeenstemming met de voorschriften van NBN EN 582:1994.

De hechtsterkte  $R_H$  van de keramische deklaag wordt aangetoond met de proefvorm A en een doormeter van 25 mm.

De hechtsterkte  $R_H$  van de keramische deklaag loodrecht op het basismateriaal bedraagt minimaal 30 N/mm<sup>2</sup>.

#### 2.9.3.2.C.3 Dichtheid en porositeit van de bekleding

De dichtheid en de porositeit van de bekleding wordt onderzocht in overeenstemming met NBN EN 623-2:1993.

#### 2.9.3.2.C.4 Hardheidsmeting

De hardheid wordt gemeten volgens NBN EN ISO 4516:2002.

De hardheid van de keramische deklaag is begrepen tussen 900 HV 0,3 en 1.100 HV 0,3.

Het aantal metingen bedraagt minimum 5 per proefstaaf.

#### 2.9.3.2.C.5 Slijtvastheid

De slijtvastheid van de keramische deklaag wordt aangetoond aan de hand van de slijtage opgetreden tijdens de waarborgtermijn van 2 jaar.

Daartoe wordt de slijtage van de bedekking die opgetreden is gedurende de waarborgtermijn geëxtrapoleerd over de gewenste levensduur (van 25 jaar). De berekende slijtage mag niet groter zijn dan 200 µm.

De grootte van de slijtage die optreedt tijdens de waarborgtermijn wordt bepaald aan de hand van het verschil in laagdikte in het begin en op het einde van deze termijn. De afname van de laagdikte mag worden bepaald uit de vermindering van de diameter van de stang. De eerste meting geschiedt bij de voorlopige oplevering van de installatie, de tweede kort voor de definitieve oplevering.

Het aantal meetplaatsen bedraagt minimaal 3 per stang. De positie van de meetplaatsen wordt voorgesteld door de aannemer en met het oog op de reproduceerbaarheid van de proef eenduidig vastgelegd.

#### 2.9.3.2.C.6 Beoordeling

De cilinderstangen waarvan de proefstangen niet voldoen aan voormelde proeven worden geweigerd.

### 2.9.3.3 Proefbelastingen

Elke hydraulische cilinder ondergaat de volgende proeven:

- een weerstandsproef bij een druk gelijk aan de proefdruk: de weerstandsproef wordt uitgevoerd in overeenstemming met artikel 8 van ISO 10100:2001.
- een dichtheidsproef bij een druk gelijk aan de maximale werkdruk: conform de voorschriften van ISO 10100:2001 mogen er tijdens deze proef geen lekken optreden tussen de cilinderkamers onderling en tussen deze kamers en de buitenkant.



- een leeglooproef: tijdens deze proef mag de verhouding tussen de maximale en minimale gemeten drukken, over de volledige koers van de stang en voor elke werkingszin, niet hoger liggen dan 1,5. De maximale druk is beperkt tot de waarde opgegeven door de constructeur, doch mag niet hoger zijn dan 500 kPa.

## 2.10 Hulptoestellen

---

### 2.10.1 Beschrijving

#### 2.10.1.1 Materialen

Alle koppel- en verbindingstukken, evenals de bolkranen, zijn uitgevoerd in corrosievast staal volgens X5CrNiMo17-12 (werkstofnummer 1.4401) volgens NBN EN 10088-1 t.e.m. 3:2005. Het lichaam van de andere toestellen is uit staal of uit gietstaal van hoge kwaliteit. Het gekozen metaal mag niet poreus zijn.

#### 2.10.1.2 Kenmerken van de uitvoering

De volledige apparatuur, onder meer de kleppen, verdelers, enz., is voldoende stevig opdat er geen vervormingen tijdens de werking zouden optreden.

De terugslagkleppen, blokkeringskleppen en veiligheidskleppen zijn voldoende dicht: het lekverlies bedraagt maximaal 5 druppels/min bij de maximale belastingsdruk.

De kranen zijn bolkranen met afneembare bedieningshandel en met aanduiding van de geopende en gesloten stand.

Alle koppel- en verbindingstukken zijn van het type met dubbele klemconussen (type laskegel). Het koudvormen van de klemconus is toegestaan mits gebruik van een dichting (een afdichting metaal op metaal wordt niet toegestaan).

Alle uitwendige oppervlakken van de toestellen zijn zorgvuldig afgewerkt; het geheel biedt een onberispelijk uitzicht.

#### 2.10.1.3 Wijze van uitvoering

Alle met elkaar in contact zijnde delen van een toestel die een relatieve beweging kunnen ondergaan, worden verwezenlijkt in oordeelkundig gekozen materialen en worden uitgevoerd met toleranties die hun volmaakte werking toelaten.

De toestellen worden aangebracht op aanbouwblokken. De aanbouwblokken bestaan uit blokken gietstaal, waarin de verbindingleidingen uitgeboord zijn en waarop de uitwendige leidingen aangesloten zijn. Het aanbrengen van leidingen aan de achterzijde van de blokken is niet toegestaan. Op de voorzijde van de aanbouwblokken zijn de verschillende toestellen door een reeks schroeven bevestigd op een zodanige wijze dat de mondstukken van de toestellen volmaakt overeenstemmen met deze van de leidingen en dat de dichtheid verzekerd is.

Om een toestel te demonteren volstaat het zijn corrosievaste bevestigingsschroeven A4-70 los te maken en het apparaat af te nemen. In geen geval mag tijdens de bewerkingen van afnemen en opnieuw opplaatsen een voeg haar optimale stand verliezen.

Eenzelfde aanbouwblok draagt toestellen met analoge of overeenstemmende functies. De toestellen zijn logisch geordend. Alle leidingen tussen de toestellen op éénzelfde blok vormen één geheel met dit blok.

### 2.10.2 Meetmethode voor hoeveelheden

De hulptoestellen zijn begrepen in de prijs van het pompaggregaat resp. de motor, en worden niet apart vergoed.

## 2.11 Hydraulische leidingen

---

### 2.11.1 Beschrijving

#### 2.11.1.1 Berekeningen

De vloeistofleidingen worden berekend met de formules en de veiligheidscoëfficiënt beschreven voor de cilindermantel volgens **SB 270-44-2.9.1.1.A**.

De minimale wanddikte van de leidingen bedraagt daarbij 3 mm voor een buitendiameter  $DN \geq 25$  mm en 2 mm voor een diameter  $DN < 25$  mm.

Bij het dimensioneren van de leidingen wordt rekening gehouden met onderstaande voorwaarden:

- de totale ladingsverliezen in iedere gesloten kring moeten kleiner zijn dan 1 MPa bij nominaal debiet en een temperatuur van 10 °C;
- de nominale vloeistofsnelheid in de aanzuigleidingen moet kleiner zijn dan 1 m/s;
- de nominale vloeistofsnelheid in de drukleidingen, ventielblokken en kleppen moet kleiner zijn dan 3 m/s.

#### 2.11.1.2 Materialen

Alle vaste vloeistofleidingen, verbindings-, koppel- en bevestigingsstukken inbegrepen, met uitzondering van diegene die tot de groep zelf behoren, worden uitgevoerd in corrosievast staal X2CrNiMo17-12-2 (werkstofnummer 1.4404) volgens NBN EN 10088-1 t.e.m. 3:2005. De leidingen zijn vervaardigd uit naadloos getrokken precisiebuizen.

Alle uitwendige metalen delen van de soepele leidingen worden vervaardigd uit corrosievast staal X5CrNiMo17-12-2 (werkstofnummer 1.4401) volgens NBN EN 10088-1:2005.

#### 2.11.1.3 Wijze van uitvoering

De verscheidene kringen zijn zodanig opgevat, dat ze slechts een minimum aantal hoogste punten bezitten, waaruit de lucht zeer gemakkelijk kan afgetapt worden.

De lekleidingen verzamelen de lekken van alle toestellen en brengen ze nagenoeg drukloos in het reservoir terug, waar ze minstens 100 mm onder het oppervlak van de vloeistof uitmonden.

Alle leidingen worden in het werkhuis van de aannemer vervaardigd en voorzien van de nodige verbindingstukken voor de latere montage op de werf. Om het risico op lekken te beperken, wordt het leidingwerk samengesteld uit zo lang mogelijke geprefabriceerde leidingen met een minimum aan onderlinge verbindingen tussen de leidingen. Indien noodzakelijk worden de leidingen daartoe in het werkhuis geplooid. De bochten in de leidingen hebben een kromtestraal van minimum 2,5 x de buitendiameter van de leiding.

De leidingen zijn voldoende stijf en ondersteund of bevestigd in een voldoende aantal punten om in geval van drukstoten hun trillingen te beperken. Wanneer ze gemeenschappelijke banen volgen, worden ze onderling volmaakt evenwijdig geplaatst in de rechtlijnige gedeelten en volgens concentrische cirkels in de gekromde gedeelten. Alle kruisingen en dooreenverstrengelingen worden vermeden, tenzij dit volstrekt onmogelijk is.

Aan de leidingen wordt er zo weinig mogelijk gelast. Alle lassen worden gelegd door middel van G.T.A.W. (Gaz Tungsten Arc Welding - vroeger TIG).

De flenzen worden steeds door middel van een V-las aan de leiding gelast. Alle lasvoorschriften gelden ook voor de lassen van de aansluitstukken op het reservoir.

De verbindingen van de leidingen onderling en van de leidingen op de stuurblokken gebeuren door middel van een flenskoppeling met losse en vaste flens en met O-ringen.

De verbindingen van leidingen met een buitendiameter  $DN \leq 38$  mm mogen eveneens gerealiseerd worden door middel van één van de volgende schroefkoppelingen met dichtingsring:

- koudgevormde WALFORM-verbindingen beantwoordend aan NBN EN ISO 8434-1:2007 en uitgerust met een elastische dichtingsring;

- schroefkoppelingen met een laskegel met 24 °-conus voor afdichting met O-ring beantwoordend aan NBN EN ISO 8434-1:2007 en voorzien van een O-ring.

De gebruikte verbindingstukken mogen geen blijvende vervorming in de leidingen veroorzaken, zodat de verbindingstukken na eventuele demontage hergebruikbaar zijn. Het gebruik van snijring- en van felskoppelingen is verboden. De oppervlakteruwheid Ra van de contactoppervlakken van de verbindingstukken beantwoordt aan de voorschriften van NBN EN ISO 8434.

De dichtingsringen zijn vervaardigd uit een elastische kunststof die bestand is tegen hoge drukken.

De aansluiting van de leidingen op het reservoir, de pompen en de cilinders gebeurt met trillingsdempers. Soepele leidingen worden hierbij als trillingsdempers beschouwd. De verbinding van de leidingen aan de toestellen geschiedt steeds met flenskoppelingen.

De eindstukken van de soepele leidingen zijn op de leidingen geperst. De kromtestralen van de soepele leidingen zijn niet kleiner dan deze die door de constructeur van dit materiaal worden opgelegd.

De andere leidingen worden in de volgende kleuren gemerkt:

Leiding	Merkkleur
Voedingsdruk	Groen
Stuurdruk	Geel
Hoofddruk stangzijde	Blauw
Hoofddruk tegenstangzijde/bodemzijde	Rood
Lekvloeistof en terugloop naar het reservoir	Zwart

**Tabel 44- 2-4**

De kleurmarkering wordt met oliebestendig materiaal aangebracht op elk uiteinde van een vast gedeelte van elke leiding, en verder ten minste om de 5 m. Onder “vast gedeelte van een leiding” wordt elk gedeelte van een leiding verstaan dat enkel uit vaste buizen bestaat.

De kleurcodering wordt op het hydraulisch schema vermeld.

## 2.11.2 Controles

### 2.11.2.1 Materialen

Het materiaal voor de leidingen, de flenzen en de laskegels wordt geleverd met een keuringsattest 3.1 volgens NBN EN 10204:2005.

### 2.11.2.2 Lassen

Van elk type las legt de aannemer de lasmethodebeschrijving WPS (Welding Procedure Specification) ter goedkeuring voor. De lasmethodebeschrijving voldoet aan de voorschriften van NBN EN ISO 15609-1:2004.

De goedkeuring van deze lasmethode (WPAR) wordt gestaafd door middel van goedkeuringsrapporten volgens NBN EN ISO 15614-1:2004.

De lassers, zowel de handlassers als de lasoperatoren, beschikken over een lasserskwalificatiecertificaat volgens NBN EN 287-1:2004 voor de lasmethodes die zij uitvoeren. Dit certificaat ligt ter inzage van de aanbestedende overheid.

Bij het ontbreken van hoger genoemde documenten worden de nodige beproevingen op kosten van de aannemer uitgevoerd door een keuringsorganisme aangeduid door de aanbestedende overheid.

Ten minste 10 % van de lasnaden worden door een door de aanbestedende overheid aanvaard keuringsorganisme gecontroleerd met röntgenfotografie of ultrasoonopname.

De controle van de lasnaden gebeurt in het werkhuis van de aannemer. Een rapport van het nazicht wordt overgemaakt aan de aanbestedende overheid, die uiteindelijk oordeelt over de aanvaardbaarheid. De kosten van de controle door het keuringsorganisme zijn een last van de aanneming.

### 2.11.2.3 Soepele leidingen

Indien de aannemer niet beschikt over proefprotocollen op zijn standaardproductie, worden op de soepele leidingen onderstaande proeven uitgevoerd. Deze proeven worden uitgevoerd op één leiding van iedere diameter.

De kosten van deze proeven zijn ten laste van de aannemer.

In een eerste proef worden de leidingen onderworpen aan een proefdruk gelijk aan het dubbele van de proefdruk van de installatie. Onder deze druk moet de leiding met haar eindstukken absoluut dicht blijven. In een tweede proef wordt de proefdruk opgedreven tot het barsten van de buigzame leiding. Het barsten van de leiding dient noodzakelijk te geschieden vóór de eindstukken losgerukt worden.

De proefprotocollen beantwoorden aan de voorschriften van fabrieksbeproevingsattesten 2.3 van NBN EN 10204:2005.

## 2.12 Hydraulische vloeistof

---

### 2.12.1 Beschrijving

Hydraulische vloeistof nodig voor de werking van een installatie maakt deel uit van de installatie.

De hydraulische vloeistof is een minerale olie met de volgende eigenschappen:

- klasse L - familie H (volgens NBN EN ISO 6743-4:2002) - categorie HV (volgens ISO 11158:2009);
- de ISO-viscositeitsgraad is VG22 (volgens NBN EN ISO 3104:1996);
- de dichtheid bij 15 °C is begrepen tussen 870 en 900 kg/m<sup>3</sup> (volgens NBN EN ISO 3675:1998);
- de ISO-viscositeitsindex bedraagt minimum 150 volgens ISO 2909:2002;
- het basegetal is gelijk aan 0 (volgens NBN ISO 3771:2002);
- het zuurgetal (TAN) is lager dan 0,65 mg KOH per gram (volgens de testmethode ASTM D 664-95 of ASTM D 974-97);
- het vlampunt ligt boven de 200 °C (volgens NBN EN ISO 2592:2001);
- het brandpunt ligt boven de 200 °C (volgens NBN EN ISO 2592:2001);
- het stolpunt ligt beneden de -30 °C (volgens NBN ISO 3016:2000);
- het anilinepunt ligt boven de 85 °C (volgens NBN ISO 2977:2002);
- het watergehalte is lager dan 0,05 % (volgens NBN ISO 3733:2000);
- het asgehalte is lager dan 0,01 % (volgens NBN EN ISO 6245:2003);
- de oxidatiebestendigheid ten opzichte van het zuurgetal 2,0 is groter dan 2.000 uren (volgens NBN ISO 7624:2002);

De hydraulische vloeistof bevat:

- een additief tegen corrosie;
- een additief dat haar toelaat zware belastingen te dragen; dit additief vormt een film die bestand is tegen de hoge specifieke drukken die tussen twee in aanraking zijnde oppervlakken heersen.

### 2.12.2 Controles

Vóór de voorlopige oplevering levert de aannemer:

- een attest van de leverancier van de hydraulische vloeistof, waaruit blijkt dat de geleverde vloeistof de voorgeschreven eigenschappen bezit;
- het bewijs dat de gekozen vloeistof goedgekeurd is door de constructeur van de machines en de apparaten.

### 2.12.3 Meetmethode voor hoeveelheden

De hydraulische vloeistof is begrepen in de prijs van het reservoir.

## 2.13 Reservemateriaal

---

### 2.13.1 Beschrijving

#### 2.13.1.1 Uitvoering

Het volgende hydraulisch reservemateriaal dient te worden meegeleverd:

- één cilinder met cilinderstangkop (zonder lagers, assen en andere toebehoren) van elk gebruikt type;
- één oleohydraulische pomp met verstelmechanisme en standmelding van elk gebruikt type;
- één oleohydraulisch element van elk gebruikt type met uitzondering van elektroventielen, waarvan er twee reservestukken dienen voorzien te worden;
- twee volledige stellen vervangingselementen voor elke filter;
- één manometer van elk gebruikt type met de nodige koppelingen;
- één manometer met snelkoppeling en flexibele koppeling om drukmetingen te doen aan de testpunten;
- van elke diameter soepele leiding één soepele leiding voorzien met de langste lengte met stalen koppelingen;
- hydraulische olie in vaten van max. 20 l (totale hoeveelheid min. 60 l).

De reservemachines en -toestellen, waarvan de levering voorzien is, worden geleverd:

- voor de pompen, de hydraulische motoren en de cilinders: volledig gevuld met een corrosiewerende vloeistof en met hermetisch afgedichte aansluitopeningen.  
De afsluitopeningen van de reservecilinders worden met een afdekplaatje voorzien van een snelkoppeling hermetisch afgestopt.
- voor alle bijhorigheden: gedrenkt met een corrosiewerende vloeistof en hermetisch verpakt.  
De voor het reservematerieel gebruikte corrosiewerende vloeistof mag in geen geval de in de uitrusting aangewende vloeistof verontreinigen.

### 2.13.2 Meetmethode voor hoeveelheden

Het geheel van het reservemateriaal wordt tegen een globale prijs vergoed.

## 2.14 Revisie van hydraulische cilinders

---

### 2.14.1 Beschrijving

#### 2.14.1.1 Uitvoering

##### 2.14.1.1.A MINIMALE REVISIE VAN DE HYDRAULISCHE CILINDER

Bij iedere niet-gestandaardiseerde hydraulische cilinder wordt minimaal volgende revisie uitgevoerd:

- afvoeren van de hydraulische vloeistof volgens de milieuwetgeving;
- vervangen van alle dichtingsringen en dichtingen aan de stangen en/of strijkers met inbegrip van de nodige aanpassingen aan de dichtingshouders om nieuwe dichtingen te kunnen monteren;

- vervangen van de stanggeleidingen;
- vervangen van de zuiger door een nieuwe zuiger met geleidingen aangepast om actuele dichtingen te bevatten;
- verwijderen van de corrosiebeschermde deklagen en het aanbrengen van nieuwe deklagen op de cilinderstang alsook de afwerking ervan;
- honen van de binnenzijde van de cilindermantel;
- vervangen van alle bouten, de vastgeroeste aanspanbouten worden uitgeboord en vernieuwd;
- ontroesten en opfrissen van de cilinderkop;
- verwijderen door middel van zandstralen van de bestaande verflagen en van de eventuele roestvlekken;
- aanbrengen van een nieuwe corrosiebescherming op de uitwendige oppervlakken;
- testen van de cilinder in het bijzijn van de aanbestedende overheid;
- vullen van de cilinder met hydraulische vloeistof; indien het een reservecilinder betreft wordt deze volledig gevuld met hydraulische conserveringsolie;
- de aansluitopeningen van reservecilinders worden afgestopt met een afdekplaatje voorzien van een snelkoppeling;
- vóór het transport worden alle blanke niet tegen corrosie beschermde delen van de cilinder voorzien van een corrosiewerende plakband of pasta.

De aanpassingswerken zijn zodanig dat de inbouw lengte en nuttige slag lengte van de cilinder behouden blijven.

Het transport van de hydraulische cilinder geschiedt in overeenstemming met de voorschriften van **SB 270-44-2.8.1**.

#### 2.14.1.1.B BIJKOMENDE REVISIEWERKEN

Tijdens de demontage in de werkhuizen van de aannemer wordt de hydraulische cilinder nader onderzocht.

De stukken worden nagezien en opgemeten. Er wordt een gedetailleerd verslag opgemaakt van de vastgestelde slijtage en beschadigingen van de cilinder met een advies betreffende de uit te voeren vervangingen of aanpassingen.

Indien de aannemer adviseert om bepaalde noodzakelijke leveringen en/of werken uit te voeren, die niet in de minimale revisie begrepen zijn, dient hiervan een prijs offerte met gedetailleerde verantwoording bijgevoegd te worden.

Voor de uitvoering van deze werken moet het akkoord van de aanbestedende overheid afgewacht worden.

Als de aanbestedende overheid oordeelt dat de door de aannemer voorgestelde bijkomende revisiewerken slechts gedeeltelijk of helemaal niet moeten worden uitgevoerd, blijft de aannemer verplicht om de andere revisiewerken uit te voeren.

De aannemer maakt een aangepast constructieplan op van de cilinder, waarop alle aangebrachte wijzigingen zijn opgenomen.

#### 2.14.1.1.C TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN

De geleidingen en lageringen beantwoorden aan de voorschriften van **SB 270-44-2.9.1.2.G**.

De afdichtingen beantwoorden aan de voorschriften van **SB 270-44-2.9.1.3.G**.

In geval de bestaande zuiger uitgerust is met zuigerveren, wordt de bestaande zuiger vervangen door een zuiger met geleidingen uitgerust met afdichtingen.

In geval de bestaande zuiger uitgerust is met een bronzen geleiding, wordt enkel de geleiding vernieuwd.

Bij ernstige of algemene beschadiging wordt de bestaande cilinderstang vervangen. De nieuwe stang

beantwoordt aan de voorschriften van **SB 270-44-2.9.1.2.D** en van **SB 270-44-2.9.3**.

In geval de bestaande cilinderstang hergebruikt wordt, wordt deze op een chemische wijze van zijn beschermla(a)g(en) ontdaan en bijgewerkt (slijpen) tot alle sporen van eventuele beschadigingen verdwenen zijn. Bij kleine lokale beschadigingen is oplassen van de stang toegestaan; hierover oordeelt alleen de aanbestedende overheid.

Technische voorschriften voor cilinderstangen uit veredelstaal of corrosievast staal volgens **SB 270-44-2.9.1.3.D**.

Betreffende de cilindermantel:

- alle bouten worden vervangen door nieuwe bouten met dezelfde afmetingen en van minstens dezelfde kwaliteit, de bouten zijn minimum van kwaliteit 8.8 volgens NBN EN ISO 898-1:2009;
- de metalen constructies worden geschilderd conform de voorschriften volgens dienstorder LIN 2003/16, de oppervlaktevoorbehandeling en alle schilderwerken gebeuren in het werkhuis, waarna de constructie zodanig ingepakt wordt dat de verfbekleding tijdens het transport en bij de opstelling niet beschadigd wordt.

De cilinder wordt gevuld met hydraulische vloeistof die verenigbaar is met de bestaande. De te leveren vloeistof voldoet aan de voorschriften van **SB 270-44-2.12**.

### 2.14.2 Meetmethode voor hoeveelheden

De opdrachtdocumenten bepalen de meetmethode voor hoeveelheden.

### 2.14.3 Controles

Voor de cilinderstang gelden de voorschriften van **SB 270-44-2.9.3.1.B**.

Voor de cilindermantel wordt er nagezien of de revisiewerken volgens het plan en de voorschriften werden uitgevoerd. Op verschillende plaatsen wordt de oppervlakteruwheid Ra (volgens NBN EN ISO 4287:1998) aan de binnenzijde van de cilindermantel nagemeten, evenals de dikte van verflaag.

Betreffende de proefbelastingen worden de proeven uitgevoerd volgens **SB 270-44-2.9.3.3**.

**Hoofdstuk 44 werd opgemaakt door Werkgroep 3**

*voorzitter*

Eddy Wellekens

*secretaris*

Karen De Winne

*leden van de werkgroep*

Kris Avaux, Kris Janssens, Dennis Maly, Christian Vanryckeghem, Patrice Vindevogel