

**NATIONALE MAATSCHAPPIJ
DER BELGISCHE SPOORWEGEN**



TECHNISCHE BEPALING

L - 44

SMEEROLIE VOOR DIESELMOTOREN

- Nieuwe versie
Volledig herwerkte uitgave

UITGAVE : 12/2005



Index

1. INLEIDING	4
1.1. ONDERWERP EN TOEPASSINGSGBIED	4
1.2. DEFINITIES	4
1.3. DOCUMENTEN VAN TOEPASSING	4
2. KWALIFICATIE	5
3. KENMERKEN	7
3.1. BESTANDDELEN	7
3.1.1. <i>Dieselmotorolie monograad SAE 40 zonder zink</i>	7
3.1.2. <i>Dieselmotorolie multigraad SAE 15W 40 met zink</i>	7
3.2. KENMERKEN VAN DE FABRICATIE	7
3.3. FYSISCH EN CHEMISCH EIGENSCHAPPEN.....	7
3.3.1. <i>Dieselmotorolie monograad SAE 40 zonder zink</i>	7
3.3.2. <i>Dieselmotorolie multigraad SAE 15 W 40 met zink</i>	8
3.4. GEDRAG EN PRESTATIES.....	8
4. CONTROLES EN PROEVEN	9
4.1. TYPEPROEVEN	9
4.1.1. <i>Dieselmotorolie monograad SAE 40 zonder zink</i>	9
4.1.2. <i>Dieselmotorolie multigraad SAE 15 W 40 met zink</i>	10
4.2. PROEVEN IN DIENST	11
4.2.1. <i>Criteria van de proeven</i>	11
4.2.2. <i>Start van de proef</i>	11
4.2.3. <i>Toezicht op de oliebaden</i>	11
4.2.4. <i>Toezicht op de motoren</i>	11
4.2.5. <i>Eindcontrole</i>	12
4.3. EINDEVALUATIE.....	12
4.4. SERIEPROEVEN.....	13
4.4.1. <i>Dieselmotorolie monograad SAE 40 zonder zink</i>	13
4.4.2. <i>Dieselmotorolie multigraad SAE 15W40 met zink</i>	14
5. KWALITEITSZORG	15
5.1. KWALITEITSDOCUMENTEN	15
5.2. KWALITEITSAUDIT	15
6. LEVERING, VERPAKKING, MARKERING	16
6.1. DIESELMOTOROLIE MONOGRAAD SAE 40 ZONDER ZINK.....	16
6.2. DIESELMOTOROLIE MULTIGRAAD SAE 15 W 40 MET ZINK.....	16
7. WAARBORG	17
BIJLAGE 1 - NAZICHT VAN EEN DIESELMOTOR	18



**BIJLAGE 2 : BESCHRIJVING VAN DE NIET GENORMALISEERDE
PROEVEN31**

1. CORROSIETEST.....31

 1.1. *Bevochtigingsprocedure*.....31

 1.2. *Beschrijving van de corrosietest*.....31

2. VEROUDERINGSTEST.....32

3. RULER-TEST OP ANTI-OXYDANTIA.....32

4. HP-DSC-TEST32

5. FTIR-ANALYSE.....33

6. METAALANALYSE33

7. ANALYSE VAN ADDITIEVEN MET HPLC-MS33

1. Inleiding

1.1. Onderwerp en toepassingsgebied

Deze technische bepaling vervangt en annuleert de technische bepaling L 44 (smeerolie voor dieselmotoren, uitgave 2004).

Deze technische bepaling betreft de smeerolie voor dieselmotoren voor het rollend spoorwegmaterieel.

Zij bepaalt de voorwaarden voor de kwalificatie van de leveranciers, de keuzecriteria en de voorwaarden voor de controle en het gebruik van de oliën.

De oliën mogen enkel geleverd worden door leveranciers, gekwalificeerd volgens de voorschriften van de technische bepaling Q_{NMBS} van de NMBS.

De leveranciers die gekwalificeerd zijn voor de levering van de monograadolie SAE 40 zonder zink volgens het kwalificatiestelsel Q_{NMBS} verbonden aan de technische bepaling L35 zijn automatisch gekwalificeerd volgens het kwalificatiestelsel Q_{NMBS} verbonden aan deze technische bepaling L44.

Bij de aankoop moet de technische bepaling L89 voor de aankoop van gevaarlijke stoffen en preparaten gevolgd worden.

1.2. Definities

- typeproeven : proeven uitgevoerd op een nieuw product dat voor kwalificatie aangeboden wordt;
- proeven in dienst : proeven (op werkelijke schaal) op een product dat bij de typeproeven aangenomen is;
- serieproeven : proeven uitgevoerd op een product bij de keuring van de leveringen;
- typemonster : monster dat met succes de typeproeven en de proeven in dienst doorstaan heeft.

1.3. Documenten van toepassing

Technische bepaling Q_{NMBS} – Kwalificatie van leveranciers;

Technische bepaling L89 – Producten en gevaarlijke preparaten – geklasseerd van A tot Z.

2. Kwalificatie

Een kwalificatie van de leverancier door de NMBS volgens de technische bepaling Q_{NMBS} (niveau 1 en 2) is noodzakelijk.

Met het oog op de kwalificatie, niveau 2, moet de firma binnen de 3 maanden na de aanvraag van haar kwalificatie aan het bureau van de NMBS, belast met het beheer van de kwalificaties de volgende elementen leveren :

- alle technische documenten die het voorgestelde product beschrijven;
- het veiligheidsinformatieblad (MSDS) (Codex titel V en KB van 11.01.93 met zijn wijzigingen);
- deze documenten zijn elektronisch te versturen naar het bureau B-AL 421, het laboratorium NMBS-Holding en de verantwoordelijke dienst Materieel;
- de API- en ACEA-klassering waaraan de voorgestelde olie beantwoordt;
- het certificaat van de API- en/of ACEA-klassering;
- de (eventuele) referenties van andere spoorwegmaatschappijen (bekomen kwalificaties, geleverde hoeveelheden en contactpersonen);
- alle resultaten van de proeven en hun protocollen uitgevoerd door een geaccrediteerd laboratorium (erkend volgens ISO 17025) die de conformiteit van de producten aan de gevraagde technische voorschriften vaststellen;
- een exemplaar van elke gebruikte of vermelde norm (in het Nederlands, het Frans of het Engels);
- de goedkeuring van GM-EMD (USA) voor het additievenpakket en de leverancier ervan voor de monograadolie SAE40 zonder zink;
- de goedkeuring van de constructeur voor motoren onder garantie (te leveren door de technische verantwoordelijke voor de dieselmotoren NMBS - Directie Materieel);
- eventueel een gedetailleerde lijst van de punten waarbij het voorgestelde product afwijkt van deze technische bepaling;
- de kwaliteitsdocumenten vermeld in het punt 5.1;
- de leverancier moet een monster van 5 liter olie aan het laboratorium NMBS-Holding leveren voor de typeproeven en een liter aan het laboratorium NMBS te Salzannes (zie tabel 4.1.);
- de leverancier levert 1 liter basisolie en 200 ml additievencocktail voor de typeproeven aan het laboratorium NMBS-Holding.

Proeven

- het laboratorium NMBS-Holding voert de typeproeven uit;
- indien de resultaten van de typeproeven bevredigend zijn, worden de proeven in dienst (op de motoren) gestart;
- een monster van de olie in dienst wordt regelmatig naar het laboratorium NMBS in Salzannes gestuurd (zie punt 4.2.3);
- een monster van de olie in dienst wordt na zes maanden proeven in dienst naar het laboratorium NMBS-Holding in Schaarbeek gestuurd.



De olie, nodig voor alle proeven (typeproeven en proeven in dienst) moet op industriële wijze vervaardigd zijn (en niet in het laboratorium); de samenstelling van de olie voorgesteld voor de typeproeven en voor de proeven in dienst dient volkomen identiek te zijn, zowel op kwalitatief als op kwantitatief gebied.

De kosten van de kwalificatie zijn ten laste van de kandidaat -leverancier. Deze kosten slaan op :

- de kosten van de typeproeven (laboratoriumproeven);
- de olie nodig voor de typeproeven en de proeven in dienst (om de carters de eerste maal te vullen - hoeveelheid mee te delen door de technische verantwoordelijke voor de dieselmotoren NMBS - Directie Materieel);
- alle kosten voor het in de oorspronkelijke staat brengen van de motor in het geval dat een motor schade oploopt te wijten aan de olie op proef;
- de kosten voor het eventueel demonteren van motoronderdelen n.a.v. een negatief resultaat van een olieanalyse.

Als alle documenten conform zijn, en als de olie voldoet aan alle typeproeven, wordt de olie onderworpen aan een proef in dienst met een duur van een jaar zoals beschreven in punt 4.2.

Enkel indien de eindevaluatie positief is (punt 4.3) wordt de olie gekwalificeerd.

Elke wijziging, zowel kwalitatief als kwantitatief, aan de basisolie en/of de additieven geeft aanleiding tot een nieuwe kwalificatie.



3. Kenmerken

3.1. Bestanddelen

3.1.1. Dieselmotorolie monograad SAE 40 zonder zink

Motorolie op basis van minerale olie.

Additieven : antioxydanten, anti-corrosie, anti-sleet, disperseermiddelen, detergenten, vloeipuntverlagers, schuimremmers, viscositeitsregelaars, extreme druk.

De olie mag geen bestanddelen op basis van zink bevatten (zinkconcentratie < 5 mg/kg).

De olie moet compatibel zijn met de actueel gebruikte motoroliën (mee te delen door de technische verantwoordelijke voor de dieselmotoren NMBS - Directie Materieel).

3.1.2. Dieselmotorolie multigraad SAE 15W 40 met zink

Motorolie op basis van minerale olie.

Additieven : antioxydanten, anti-corrosie, anti-sleet, disperseermiddelen, detergenten, vloeipuntverlagers, schuimremmers, viscositeitsregelaars, extreme druk.

- ofwel classificatie API : minimum CH4;

- ofwel classificatie ACEA : minimum E5;

De olie moet compatibel zijn met de actueel gebruikte motoroliën (mee te delen door de technische verantwoordelijke voor de dieselmotoren NMBS - Directie Materieel).

3.2. Kenmerken van de fabricatie

De leverancier moet over installaties beschikken die een constante kwaliteit waarborgen. Het kwaliteitssysteem en de controle van de fabricatieparameters moeten beschreven zijn.

3.3. Fysische en chemische eigenschappen

3.3.1. Dieselmotorolie monograad SAE 40 zonder zink

- dichtheid (15 °C) : 0.88 – 0.89 kg/l;
- vlampunt COC : min 234 °C;
- kinematische viscositeit bij 100 °C : 12.5 – 16.3 mm²/s;
- viscositeitsindex : min 95;
- zinkgehalte : max 5 mg/kg;
- vloeipunt : max -12 °C;
- TBN : minimum 8.



3.3.2. Dieselmotorolie multigraad SAE 15 W 40 met zink

- dichtheid (15 °C) : 0.88 – 0.89 kg/l;
- vlampunt COC : min 234 °C;
- kinematische viscositeit bij 100 °C : 12.5 – 16.3 mm²/s;
- viscositeitsindex : min 135
- vloeipunt : max -12 °C.

3.4. Gedrag en prestaties

De additieven moeten homogeen in de olie gedispergeerd zijn en moeten stabiel blijven tussen – 10 en + 120 °C.



4. Controles en proeven

4.1. Typeproeven

4.1.1. Dieselmotorolie monograad SAE 40 zonder zink

proeven	methode	eenheid	resultaat
dichtheid bij 15 °C	ISO 12185	kg/l	0.880 – 0.890
viscositeit bij 40 °C	ISO 3104	mm ² /s	140 - 152
viscositeit bij 100 °C	ISO 3104	mm ² /s	12.5 – 16.3
viscositeitsindex	ISO 2909		min 95
vlampunt Cleveland	ISO 2592	°C	min 234
vlampunt Pensky Martens	ISO 2719	°C	(1)
brandpunt	ISO 2592	°C	(1)
koolstofresidu	ISO 4262	% m/m	(1)
vloeipunt	ISO 3016	°C	max – 12
TBN	ISO 3771	mg KOH/g	min 8
neutralisatieindex	ISO 6619	mg KOH/g	(1)
asgehalte	ISO 6245	% m/m	(1)
sulfaatgehalte	ISO 3987	% m/m	(1)
schuimvormend vermogen	ISO 6247	cm ² schuim	0
verouderingsproef DSC-proef daling max. oxydatie temp Ruler-test : vermindering % resterende antioxydantia	Zie bijlage 2 NMBS TP 33- 20x NMBS TP 32.075	°C %m relatief	 Max 9 Max 10
FTIR-spectrum	NMBS TP 33 300		(1)
HPLC-MS onderzoek	NMBS TP 33-7yz		(1)
corrosieproef	bijlage 2		(1)
gehalte aan metalen			
Zn	NMBS TP 23.502	mg/kg	max 5
Ca	NMBS TP 23.502	mg/kg	(1)
Ba	NMBS TP 23.502	mg/kg	(1)
Mg	NMBS TP 23.502	mg/kg	(1)
andere	NMBS TP 23.502	mg/kg	(1)

(1) : specifiek voor het te kwalificeren product;
x,y,z in functie van de leverancier van de olie.



4.1.2. Dieselmotorolie multigraad SAE 15 W 40 met zink

proeven	methode	eenheid	resultaat
dichtheid bij 15 °C	ISO 12185	kg/l	0.880 – 0.890
viscositeit bij 40 °C	ISO 3104	mm ² /s	(1)
viscositeit bij 100 °C	ISO 3104	mm ² /s	12.5 – 16.3
viscositeitsindex	ISO 2909		min 135
vlampunt Cleveland	ISO 2592	°C	min 234
vlampunt Pensky Martens	ISO 2719	°C	(1)
brandpunt	ISO 2592	°C	(1)
koolstofresidu	ISO 4262	% m/m	(1)
vloeipunt	ISO 3016	°C	max – 12
TBN	ISO 3771	mg KOH/g	(1)
neutralisatieindex	ISO 6619	mg KOH/g	(1)
asgehalte	ISO 6245	% m/m	(1)
sulfaatgehalte	ISO 3987	% m/m	(1)
schuimvormend vermogen	ISO 6247	cm ² schuim	0
verouderingsproef DSC-proef daling max. oxydatie temp Ruler-test : vermindering % resterende antioxydantia	Zie bijlage 2 NMBS TP 33- 20x NMBS TP 32.075	°C % m relatief	Max 6 Max 35
FTIR-spectrum	NMBS TP 33 300		(1)
HPLC-MS onderzoek	NMBS TP 33-7yz		(1)
corrosieproef	bijlage 2		(1)
gehalte aan metalen Zn Ca Ba Mg andere	NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	(1) (1) (1) (1) (1)

(1) : specifiek voor het te kwalificeren product;
x,y,z in functie van de leverancier van de olie.



4.2. Proeven in dienst

4.2.1. Criteria van de proeven

gedrag van het oliebad;
zuiverheid en sleettoestand van de motoronderdelen.

4.2.2. Start van de proef

De proeven worden uitgevoerd op een bepaald aantal motoren in één of meerdere werkplaatsen;
Vooraf wordt alle olie van de motor afgelaten (carter van de fijnfilter inbegrepen).

4.2.3. Toezicht op de oliebaden

Door de NMBS te nemen monsters :

- 1 voor het laboratorium NMBS te Salzannes ;
- 1 voor het laboratorium NMBS-Holding te Schaarbeek ;
- 1 voor het laboratorium van de petroleumfirma.

Het eerste monster wordt genomen na 30 min draaien van de motor op traagloop en onbelast.

Periodiciteit van de monsternemingen volgens de geldende NMBS onderhoudsvoorschriften (maximum 20 dagen).

Analyses uitgevoerd door de NMBS te Salzannes op elk oliemonster : viscositeit, metalen (ICP), watergehalte, TBN en koolstofachtige producten (fotometer IFP).

Analysen uitgevoerd door het laboratorium NMBS-Holding te Schaarbeek na een proefperiode van 6 maanden en op het einde van de proeven in dienst, of eventueel in het geval anomalieën in de olie vastgesteld worden : Ruler-test en DSC-test.

Analysen uitgevoerd door het laboratorium van de petroleumfirma : de lijst van de uitgevoerde controles en de proefresultaten moeten meegedeeld worden aan de technische verantwoordelijke voor de dieselmotoren (NMBS - Directie Materieel).

4.2.4. Toezicht op de motoren

Elementen voor de beoordeling :

- waarnemingen in dienst of bij het onderhoud;
- analyses van de laboratoria NMBS en NMBS-Holding;
- eventuele analyses van het laboratorium van de petroleumfirma.

De beslissingen op basis van de voorgaande elementen worden genomen door de technische verantwoordelijke voor de dieselmotoren (NMBS - Directie Materieel).

Deze beslissingen kunnen zijn :

- het oliebad vervangen (enkel in het geval van een olieverdunning of andere beoedeling);
- sommige gemakkelijk toegankelijke motoronderdelen laten nazien (met verslag aan de petroleumfirma);
- een tussentijds nazicht, met demontage van bepaalde motoronderdelen, organiseren (in aanwezigheid van een afgevaardigde van de petroleumfirma);
- de proef stopzetten met demontage van alle motoronderdelen om de schade te bepalen (in aanwezigheid van een afgevaardigde van de petroleumfirma).

4.2.5. Eindcontrole

Indien tijdens de proefperiode geen anomalieën vastgesteld worden, zijn de demontage en het nazicht van de motor(en) niet nodig; zoniet worden deze uitgevoerd in aanwezigheid van de afgevaardigde(n) van de petroleumfirma. Zuigers, cilinderkoppen, tuimelaars, cilindermantels, kussens,... worden gedemonteerd, nagezien en beoordeeld volgens de procedure van bijlage 1.

Dit nazicht wordt uitgevoerd door de technische verantwoordelijke voor de dieselmotoren (Directie Materieel) van de NMBS en, voor motoren onder garantie, in samenwerking met het personeel van de constructeur.

De kosten voor demontage en nazicht uitgevoerd door de NMBS zijn ten laste van de olieleverancier met een plafond van €3400 per dieselmotor.

4.3. Eindevaluatie

Wanneer alle resultaten van de typeproeven en de proeven in dienst gekend zijn, worden deze geëvalueerd in de werkgroep "Smeermiddelen" van de NMBS. Bij gunstig advies wordt het bureau B-AL 421 van de NMBS ingelicht en wordt de leverancier gekwalificeerd voor de betrokken motorolie.



4.4. Serieproeven

4.4.1. Dieselmotorolie monograad SAE 40 zonder zink

proeven	methode	eenheid	resultaat
viscositeit bij 40 °C	ISO 3104	mm ² /s	140 – 152
viscositeit bij 100 °C	ISO 3104	mm ² /s	12.5 – 16.3
viscositeitsindex	ISO 2909		min 95
vloeipunt	ISO 3016	°C	max – 12
schuimvormend vermogen	ISO 6247	cm ² schuim	0
verouderingsproef DSC-proef daling max. oxydatie temp Ruler-test : vermindering % resterende antioxydantia	Zie bijlage 2 NMBS TP 33-20x NMBS TP 32.075	°C % m relatief	Max 9 Max 10
FTIR-spectrum	NMBS TP 33 300		conform typemonster
HPLC-MS onderzoek	NMBS TP 33-7yz		conform typemonster
corrosieproef	bijlage 2		conform typemonster
gehalte aan metalen Zn Ca Ba Mg andere	NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	max 5 conform typemonster conform typemonster conform typemonster conform typemonster

x,y,z in functie van de leverancier van de olie.



4.4.2. Dieselmotorolie multigraad SAE 15W40 met zink

proeven	methode	eenheid	resultaat
viscositeit bij 40 °C	ISO 3104	mm ² /s	conform typemonster
viscositeit bij 100 °C	ISO 3104	mm ² /s	12.5 – 16.3
viscositeitsindex	ISO 2909		min 135
vloeipunt	ISO 3016	°C	conform typemonster
schuimvormend vermogen	ISO 6247	cm ² schuim	0
verouderingsproef DSC-proef daling max. oxydatie temp Ruler-test : vermindering % resterende antioxydantia	Zie bijlage 2 NMBS TP 33- 20x NMBS TP 32.075	°C % m relatief	max 6 max 35
FTIR-spectrum	NMBS TP 33 300		conform typemonster
HPLC-MS onderzoek	NMBS TP 33-7yz		conform typemonster
corrosieproef	bijlage 2		conform typemonster
gehalte aan metalen Zn Ca Ba Mg andere	NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502 NMBS TP 23.502	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	conform typemonster conform typemonster conform typemonster conform typemonster conform typemonster

x,y,z in functie van de leverancier van de olie.



5. Kwaliteitszorg

5.1. Kwaliteitsdocumenten

De documenten zoals het kwaliteitshandboek, de gelijkvormigheidsattesten, het kwaliteitsplan, het controleplan, de specifieke registratiedocumenten van de autocontroles enz... moeten ter beschikking gesteld worden van het bureau NMBS belast met de kwalificaties (zie punt 2 hierboven).

5.2. Kwaliteitsaudit

Een kwaliteitsaudit van het volledige systeem of van bepaalde gebieden kan opgelegd worden door de NMBS.

Deze audit kan eenmalig zijn, bij de kwalificatie, en/of met een zekere periodiciteit (al dan niet gebonden aan de leveringen).



6. Levering, verpakking, markering

6.1. Dieselmotorolie monograad SAE 40 zonder zink

De olie wordt geleverd in vaten van 205-210 liter. Deze vaten zijn hetzij verloren, hetzij geleend en worden na lediging gratis teruggenomen op de afleveringsplaatsen. Op het deksel van de vaten moeten de volgende vermeldingen voorkomen :

- de vermelding : PRETE/GELEEND of VERLOREN/PERDU volgens het geval;
- de commerciële benaming;
- het NMBS-naamlijstnummer 000.63.049;
- de benaming :
ZINKVRIJE MONOGRAADOLIE SAE 40 VOOR DIESELMOTOREN;
HUILE MONOGRADE SAE 40 SANS ZINC POUR MOTEURS DIESEL ;
- de aanduiding van het fabricatielot.
- Een blauwe schijf met een diameter van 10 cm

De vaten moeten beschermd tegen de weersomstandigheden opgeslagen worden. Indien dit onmogelijk is, is een bescherming tegen de regen verplicht.

6.2. Dieselmotorolie multigraad SAE 15 W 40 met zink

De olie wordt geleverd in bulk of in vaten van 205-210 liter. Deze vaten zijn hetzij verloren, hetzij geleend en worden na lediging gratis teruggenomen op de afleveringsplaatsen. Op het deksel van de vaten moeten de volgende vermeldingen voorkomen :

- de vermelding : PRETE/GELEEND of VERLOREN/PERDU volgens het geval;
- de commerciële benaming;
- het NMBS-naamlijstnummer 000.63.054;
- de benaming :
ZINKHOUDENDE MULTIGRAADOLIE 15W40 VOOR DIESELMOTOREN
HUILE MULTIGRADE 15W40 AVEC ZINC POUR MOTEURS DIESEL
- de aanduiding van het fabricatielot.

De vaten moeten beschermd tegen de weersomstandigheden opgeslagen worden. Indien dit onmogelijk is, is een bescherming tegen de regen verplicht.



7. Waarborg

Bij een opslag van 12 maanden, te rekenen vanaf de leveringsdatum, bij een temperatuur tussen – 5 en + 30 °C, in de omstandigheden vastgelegd in punt 6, moet de olie alle eigenschappen vereist in deze technische bepaling behouden.



Bijlage 1 - Nazicht van een dieselmotor

A1 : Tuimelaarsraam		Belang van de uitslagen						
		0	2	5	7.5	9	10	
01	neerslag op tuimelaarsdeksel	100 % bedekt veel slib	100 % bedekt minder slib	50 % bedekt	25 % bedekt	10 % bedekt	zuiver	
02	neerslag op olieverdeekanaal							
03	toestand van de drukrollen	FS	afschilfering of algemene vastklemming	plaatselijke, minder belangrijke afschilfering	overall strepen + krassen	strepen + enkele krassen	glad met strepen	glad
04	toestand van de drukstangen	FH	afschilfering of vastklemming	-	strepen + krassen	-	glad met strepen of mat	glad
05	veerdrukplaat	R-FH	gekrast en versleten	-	licht gekrast	gestreept	-	glad
06	veren	R-FH	gebroken	slap of verbogen	-	gekrast draagvlak	-	normaal
07	regelvijs	R-FH	afschilfering of vastklemming	-	strepen + krassen	-	glad met strepen of mat	normaal
08	klepsleutels	R-FH	gebroken	inslag	lichte inslag	-	-	normaal
09								



A1 : Tuimelaarsraam		Belang van de uitslagen					
		0	2	5	7.5	9	10
10	kleppen : harsvorming	niet verplaatsbaar	-	verplaatsbaar onder hoge druk	-	verplaatsbaar onder lichte druk van duim	terugvallend onder eigen gewicht
11	neerslag op de kop	droge of vettige neerslag en zuigerstoot	veel vettige neerslag > 1 mm	veel droge neerslag > 1 mm	vettige neerslag < 1 mm	droge neerslag < 1 mm	sluier
12	kraagvormig neerslag onder de kop	tot tegen klepgeleider	2 mm en meer	0.5 – 2 mm	0.2 – 0.5 mm	sluier	zuiver
13	neerslag op stang	op meer dan 75 %	opp 50 – 75 %	opp 25 – 50 %	opp 10 – 25 %	opp < 10 %	geen
14	mechanische toestand van de stang F	vastklemming en verhitting	algemene inkrassing	plaatselijke inkrassing	strepen	strepen + enkele krassen	Glad



A2 : Tuimelaarsraam		Belang van de uitslagen					
		0	2	5	7.5	9	10
15	neerslag op klepzetel G	belangrijke afzet. slechte dracht leksporen	dracht op 50-25 % elders : afzetting	dracht op 75 tot 50 % elders : afzetting	dracht op 100 tot 75 % elders : afzetting	lichte vernis 100 % verdeeld	dracht op 100 %
16	mechanische toestand van de klepzetel R	gebroken of gebarsten	erg vervormd	vervormd	veel merkstrepen	enkele merkstrepen	niets
17	mechanische toestand van het slanguiteinde FS	belangrijke vervorming draait niet	belangrijke vervorming draait	lichte vervorming	sporen van niet draaien	rondom strepen	glad met strepen van draaien
18	Cilinderkoppen						
19	neerslag op draagvlak van de klepzetel	idem als nr 15					
20	toestand van het draagvlak van de klepzetel R	idem als nr 16					
21	toestand van de klepgeleider FH	idem als nr 14					
22	toestand van het draagvlak van de dichting FH	verbrand	belangrijke doorblazing	lichte doorblazing	slagen op het vlak		correct
23	toestand van de cilinderkopdichting FS	idem					



A2 : Tuimelaarsraam		Belang van de uitslagen					
		0	2	5	7.5	9	10
24	neerslag in de verbrandingskamer -	dik + sporen water	dik, vetig, algemeen	dik, droog, algemeen	matig	weinig	sluier
25	neerslag in de toevoerleiding -	dik + sporen water	dik en vetig	dik en droog	matig	vetig sluier	droge sluier
26	neerslag in de uitlaatleiding -	idem					



A3 : Zuigers		belang van de uitslagen						
		0	2	5	7.5	9	10	
27	zuigerringen : vrijheid	-	vol hars, vastgeklemd, niet dragend	-	geklemd, afgekoeld, dragend	-	lui	vrij
28	opening van de schraapringen	S – FH	100 % verstopt	75 % verstopt	50 % verstopt	25 % verstopt	10 % verstopt	zuiver
29	koolstof op achtervlak	FH	belangrijke afzetting over volledig oppervlak	belangrijke afzetting over gedeeltelijk oppervlak	dunne afzetting over volledig oppervlak	dunne afzetting over gedeeltelijk oppervlak	sporen	niets
30	koolstof op bovenvlak	FH	belangrijke afzetting vastzettend	belangrijke afzetting lui makend	metaal volledig onzichtbaar	metaal plaatselijk zichtbaar	sluier	zuiver
31	koolstof op ondervlak	FH	idem					
32	snijdende rand	FH	snijdt nagel	-	krast nagel	-	licht krassend	zonder snijdende rand
33	toestand van het contactvlak	FS	tamelijk diepe lassen	oppervlakkige lassen	geconcentreer de krassen	geïsoleerde krassen	enkele strepen	niets
34	contactvlak van de conische zuigerring (sleet)	FS	100 % van de hoogte	75 %	50 %	25 %	10 %	< 10 %



A3 : Zuigers		belang van de uitslagen						
		0	2	5	7.5	9	10	
35	contactvlak van de zuigerringen GM in ferrox (sleet)	FS	ferroxx verdwenen	-	ferroxx aan het verdwijnen	-	-	ferroxx volledig zichtbaar
36	contactvlak van de gechromeerde zuigerringen GM (sleet)	FS	gietijzer overal zichtbaar	gietijzer gedeeltelijk zichtbaar	uniforme chromering	zeer kleine krassen in chroom	-	als nieuw
37								
38	zuiger : koolstof op mantel	FH	belangrijke gladde laag	-	belangrijk geaderd	-	sporen van geringe dikte	niets
39	koolstof op ring	FH	idem					
40	koolstof in veergroef	FH	belangrijke afzetting over volledig oppervlak	belangrijke afzetting over gedeeltelijk oppervlak	dunne afzetting over volledig oppervlak	dunne afzetting over gedeeltelijk oppervlak	het metaal is besluierd	niets



A4 Zuigers (vervolg)			Belang van de uitslagen					
			0	2	5	7.5	9	10
41	koolstof op kroon	FH	dit en algemeen	dik op > 75 %	plaatselijk dik	middelmatig	weinig	niets
42	vernis op ringen	FH	idem N° 41					
43	afzet op zuigerbodem	-	overall koolstof	zwart vernis sporen koolstof	zwart vernis	middelmatig vernis	weinig vernis	niets
44	zuiger : afzet op kop	-	dik en sporen water	dik, vettig, algemeen	dik, droog, algemeen	middelmatig	weinig	sluier
45	mechanische toestand van de mantel	FH	tamelijk diepe lasplaatsen	oppervlakkige lassen en afrukkingen	geconcentreerde krassen	enkele krassen	strepen	niets
46	mechanische toestand van de kroon	G	krassen met afrukking van metaal uit de massa	-	lichte krassen in het metaal	-	krassen in de koolafzetting	niets
47	steunvlak van de zuiger	FS	sporen vastklemming en verhitting	afschilfering van metaal	krassen met overdracht brons	veel krassen rondom zonder overdracht brons	strepen rondom	correct
48	zuigerdrager : draagvlak voor steunplaten	FS	idem					



A4 Zuigers (vervolg)			Belang van de uitslagen					
			0	2	5	7.5	9	10
49	draagvlak voor as in zilver	FS	overdracht zilver	algemene krassen	matte plaatsen + lichte krassen	matte plaatsen + strepen	kleine matte plaats	Correct
50	draagvlak voor lagerschaal	FS	zwaar ingeslagen	plaatselijke vastklemming	veel krassen	enkele krassen	strepen	correct
51	bronzen steunplaat voor EMD-motor	FS	idem N° 47					



A5 zuigeras - cilinder			belang van de uitslagen					
			0	2	5	7.5	9	10
54	as of lagerschaal uit zilver a) mechanische toestand	FS	vastklemming + metaal- overdracht	sterke uitvloeijing van zilver	lichte uitvloeijing van zilver	plaatselijke strepen	-	niets
55	b) uitzicht		volledig wit	witte vlekken	witte vlek op deel van blad	Pb sluier volledig verdwenen	Pb sluier gedeeltelijk verdwenen	Pb-sluier intact
56	c) corrosie		op bladen 1.2.3.4 1'2'3'4' + mechan. schade	op bladen 1 2 3 4 1' 2' 3' 4'	op bladen 2 3 4 2' 3' 4'	op bladen 3 4 3' 4'	buitenbladen 3 of 4, 3' of 4' voor 100 %	licht -50 % op opp. uitlaat
57	bronzen busje	FS	belangrijke vastklemming	-	veelvuldige krassen	verspreide krassen	strepen	niets
58	vast draagvlak as in zilver	FS	belangrijke inslag	verbogen + belangrijke vervorming	verbogen + lichte vervorming	licht verbogen	-	niets
59	vast draagvlak lagerschaal	FS	idem					
60	wrijvende kant as in staal	FS	krassen + metaal- overdracht	diepe krassen	dof met lichte krassen	dof met strepen	glad met lichte strepen	spiegelglad
61	cilinder : koolstof op kroon boven HDP	FS - G	dik algemeen	dik op >75 % opp	dik plaatselijk	middelmatig	licht	Niets



A5 zuigeras - cilinder		belang van de uitslagen					
		0	2	5	7.5	9	10
62	verniss op kroon G	100% van de opp	75 % opp	50 % opp	25 % opp	10 % opp	Niets
63	mechanische toestand binendia. FS	plaatselijke lassen	kleine microlassen	krassen, lichte metaal-overdracht	enkele krassen	strepen	niets
64	sleetovergang FS	zeer belangrijk	-	tamelijk	-	licht	niets
65	belemmering van luchtinlaatopeningen G	100 %	75 %	50 %	25 %	10 b%	niets
66	steunvlak op onderbouw FS	sporen van waterlekken	-	ingeslagen	-	-	correct
67	draagvlak voor de cilinderkopdichting FS	verbrand	belangrijke doorblazing	lichte doorblazing	-	-	correct
68	mantel boven de O-ringen FS	belangrijke en diepe corrosie holten	plaatselijke en belangrijke corrosie holten	inpitting lichte krassen	middelmatige corrosie belangrijke oxydatie	lichte corrosie + oxyde afzet	niets of sluier van oxyde
69	ring tussen de O-ringen FS	vastklemming + rubberafzetting waterdoorgang	vastklemming + rubberafzetting	lichte vastklemming	geen aantasting sporen water + oxyde	enkele sporen van fretting	correct
70	O-ringen FS	gebroken	bovenlaag pasta-achtig	niet meer dichtend	licht waterlek	kleine matte zone	correct



A6 kussens - krukas			belang van de uitslagen					
			0	2	5	7.5	9	10
71	krukstang – steunvlak van de GM-as	FS	as los gekomen	belangrijke fretting	-	lichte fretting	lichte markering	niets
72	kussenbed en rug van het kussen of de ring	FS	erg ingeslagen	belangrijke vastklemming	lichte vastklemming	volledig dragend	-	normaal
73	draagvlak van kussen en ring	FS	Metaal-overdracht met verhitting	plaatselijke metaal-overdracht	strepen en krassen algemeen	op Cu, Pb + strepen	op Cu, Pb ≈ 10 % opp	correct
74	krukas : stang – krukpenen	FS	verhitting afschilfering, barst	diepe krassen	algemene diepe krassen	enkele krassen	strepen	correct
75	hulporganen							
76	nokkenas	FS	verhitting, afschilfering, barst	diepe krassen	algemene diepe krassen	enkele krassen	strepen	correct
77	kussens nokkenas	FS	Metaal-overdracht met verhitting	plaatselijke metaal-overdracht	strepen en krassen algemeen	op Cu, Pb + strepen	op Cu, Pb ≈ 10 % opp	correct
78	tanden diverse tandwielen	FH	Metaal-overdracht	algemene pitting en krassen	fretting	verspreide strepen en krassen	enkele strepen	niets
79	verscheidene overbrengingskettingen	FS	verscheidene gebroken schakels	een gebroken schakel	afschilfering of felle sleet	strepen of krassen	gestreepte schakels en lichte sleet	niets



A6 kussens - krukas			belang van de uitslagen					
			0	2	5	7.5	9	10
80	afzet op filter (michiana)	E/3 H	met slib verstopt	veel slib	een weinig slib	een weinig koolstof	koolstofsluier (olie op duim)	lichte sluier
81	afzet op zeefilter	E/3 H	volledig verstopt	75 % verstopt	50 % verstopt	25 % verstopt	10 %	lichte sluier
82	neerslag in carter	-	overal veel slib	algemeen slib	plaatselijk slib	metaal 100 % onzichtbaar	plaatselijk zichtbaar of sluier	metaal 100 % zichtbaar



E/nH	laten uitlekken gedurende n uur
R	spoelen in een bad met petroleum of gasolie met roeren
FH	afwrijven met een doek gedrenkt in gasolie of petroleum
FS	afwrijven met een droge doek
G	afkrabben met een gereedschap in koper of gommen indien het metaal zacht is (dunne laag van de kussens)
R	licht slijpen (droog, zonder toevoeging van materiaal) van de zichtbare oppervlakken.

Bijlage 2 : Beschrijving van de niet genormaliseerde proeven

1. Corrosieproef

1.1. Bevochtigingsprocedure

De olie wordt bevochtigd door een mengsel van 99 ml olie en 1 ml gedistilleerd water gedurende 1 minuut in een perfect zuivere beker van 250 ml te roeren (roerder met schoepen met een draaisnelheid onder belasting van 2600 ± 100 toeren per minuut. Afmetingen van de beker van 250 ml : 65 mm diameter en 90 mm hoogte.

De olie en het water voor de proef worden vooraf apart op 80 °C gebracht in een droogstoof.

Vòòr het roeren wordt het water in de olie gegoten.

Na het roeren laat men het mengsel 15 uur bij 80 °C in een droogstoof staan, daarna wordt 50 ml bevochtigde olie met een pipet genomen.

Het watergehalte moet minder dan 0.6 % (v) zijn (volgens NBN T 52 062)

1.2. Beschrijving van de corrosieproef

Wij gebruiken dezelfde bekertjes als voor de bevochtiging.

In de ene beker gieten wij 70 ml onbehandelde olie, en in de andere 70 ml bevochtigde olie (zie procedure hierboven)

De 2 bekertjes met de onbehandelde en de bevochtigde olie worden vooraf in een droogstoof op 120 °C verwarmd.

Cilindrische gepolijste proefstukken (diameter 8 ± 1 mm, lengte 120 mm) in koper, aluminium, duraluminium, lood, staal C15 en zilver worden in deze olietjes ingedompeld bij een temperatuur van 120 °C gedurende 100 uur.

De onbehandelde en bevochtigde olietjes worden nadien door ICP geanalyseerd.

2. Verouderingsproef

Verouderingsproef afgeleid van de norm ASTM D 2070

Een beker van 250 ml wordt in een aluminiumblok met uitboring geplaatst.

Afmetingen aluminiumblok : diameter 120 mm, hoogte 90 mm

Afmetingen uitboring : diameter 77 mm en diepte 70 mm.

In de beker wordt 200 ml olie en twee teststaafjes met de volgende kenmerken overgebracht :

- Elektrolytisch koper 99.9 %, dia 6.35 mm, lengte 76 mm
- Staal Aisi-W1 (1% C), dia 6.35 mm, lengte 76 mm

Het geheel wordt in een droogstoof bij 135 ± 1 °C geplaatst.

Duur van de proef :

- 168 uren (Zn-vrije olie SAE 40);
- 72 uren (Zn-houdende olie SAE 15W40).

Proeven uitgevoerd op de olie vòòr en na de veroudering :

- Rulertest (TP NMBS 32075);
- DSC-test (TP NMBS 3320x).

3. Ruler-test op anti-oxydantia

In een vial wordt de olie gemengd met een elektrolyt, een oplosmiddel en een vast substraat (zand).

De olie wordt geadsorbeerd door het substraat en de antioxydantia worden opgelost. Een elektrolytische meetcel wordt in het vial gebracht. Tussen de twee elektroden van de meetcel wordt een oplopende spanning aangelegd en de elektrische stroom tussen de elektroden wordt gemeten (cyclische voltammetrie). Bij een bepaalde spanning (afhankelijk van het type antioxydant) worden de antioxydantia electrochemisch geoxydeerd; de overeenkomstige stroompiek is evenredig met de concentratie van het antioxydant.

De methode is relatief : een onbekende olie wordt vergeleken met een referentie-olie (typemonster).

4. HP-DSC-test

High Pressure differential scanning calorimetry test.

Deze test evalueert de oxydatieweerstand (40 bar O₂, met een doorstroming van 100 ml/min) met een gecontroleerde temperatuurprogrammatie. De test kan op nieuwe en op verouderde olies uitgevoerd worden. Een nieuwe olie wordt zonder voorbehandeling getest. Een verouderde olie wordt eerst gefiltreerd om slijtagedeeltjes te elimineren. De DSC-test geeft interessante informatie over de kwaliteit van de basisolie en het globale residuele gehalte aan antioxydantia.

5. FTIR-analyse

FTIR-analyse = Fourier transform infrared spectrometry

Een oliemonster wordt in een vloeistofcel met 50 µm dikte gebracht en het FTIR-spectrum wordt opgenomen tussen 4000 en 600 cm⁻¹. Dit spectrum dient als globale identiteitskaart en geeft ook informatie over de basisolie en sommige additieven op voorwaarde dat de concentratie hoger is dan 1 à 2 procent. (afhankelijk van de eigen molaire absorptiecoëfficiënt).

6. Metaalanalyse

Mineralisatie van ongeveer 300 mg olie in gesloten teflon-recipiënten in een microgolfoven.

Gebruikte reagentia : geconcentreerd salpeterzuur en waterstofperoxide.

Doseren van de metalen door emissiespectrometrie (ICP-OES) of atoomabsorptie spectrometrie met de vlam (FAAS).

7. Analyse van additieven met HPLC-MS

Monstervoorbereiding : de apolaire bestanddelen (minerale olie) worden van de polaire bestanddelen (additieven) gescheiden door middel van een SPE-extractie.

Het polaire additievenmengsel wordt geïnjecteerd in een HPLC (hoge druk vloeistofchromatograaf). Als detector wordt een massaspectrometer gebruikt. Met deze techniek kan de aard en de concentratie van een aantal additieven bepaald worden.