

Propis o gorivu

Plinski motori i agregati plinskog generatora

Plinski motor BR4000 – brodska primjena

Plinski motor BR4000 – primjena generatora i agregat generatora

Plinski motor BR400 – agregat generatora

A001072/01HR

© 2018 MTU Onsite Energy GmbH, Augsburg

Originalna verzija izdana je na njemačkom jeziku.

Ova verzija, uključujući sve njezine dijelove, zaštićena je autorskim pravima. Za svako iskorištavanje ili korištenje potrebna je prethodna pismena suglasnost tvrtke MTU Onsite Energy GmbH. To posebice važi za umnožavanje, distribuiranje, obradu, prevođenje, mikrofilmiranje i pohranjivanje i/ili izradu u elektroničkim sustavima, uključujući banke podataka i online usluge.

Sve informacije u ovoj verziji predstavljaju najnovije stanje u trenutku izdavanja. Tvrtka MTU Onsite Energy GmbH zadržava pravo da po potrebi promijeni, izbriše ili nadopuni postojeće informacije ili podatke.

Kazalo

1	Uvod		
1.1	Općenito	5	
2	Maziva		
2.1	Općenito	7	
2.1.1	Motorno ulje	7	
2.1.2	Intervali zamjene motornog ulja	8	
2.1.3	Silicijevi spojevi u gorivom plinu	10	
2.1.4	Fluorescentna bojila za otkrivanje propusnih mjesta u optoku ulja za podmazivanje	11	
2.1.5	Maziva	12	
2.1.6	Maziva za opće primjene	13	
2.2	Plinski motor BR4000 - primjena generatora i agregat generatora - brodska primjena	14	
2.2.1	Odobrena motorna ulja	14	
2.2.2	Maziva za generatore	16	
2.2.3	Ulja za prijenosnike	17	
2.3	Plinski motor BR400 - agregat generatora	18	
2.3.1	Odobrena motorna ulja	18	
2.3.2	Intervali zamjene motornog ulja	21	
2.3.3	Maziva za generatore	23	
3	Rashladno sredstvo		
3.1	Općenito	24	
3.1.1	Definicija rashladnog sredstva	24	
3.1.2	Nadzor rada / priprema rashladne tekućine	26	
3.1.3	Stabilnost skladištenja koncentrata rashladnih tekućina	30	
3.1.4	Dodaci za boje za otkrivanje propusnih mjesta u optoku rashladne tekućine	31	
3.1.5	Izbjegavanje oštećenja u rashladnom sustavu	32	
3.1.6	Neprikladni materijali u optoku rashladne tekućine	33	
3.1.7	Zahtjevi za svježiu vodu BR4000	34	
3.1.8	Zahtjevi za svježiu vodu BR400	35	
3.2	Plinski motor BR4000 - brodska primjena	36	
3.2.1	Rashladne tekućine - općenito	36	
3.2.2	Rashladne tekućine bez zaštite od mraza - koncentri za rashladne sustave bez lakih metala	37	
3.2.3	Rashladne tekućine bez zaštite od mraza - gotove smjese za rashladne sustave bez lakih metala	39	
3.2.4	Sredstva za zaštitu od mraza - koncentri za rashladne sustave bez lakih metala	40	
3.2.5	Sredstva za zaštitu od mraza - koncentri za posebne primjene	42	
3.2.6	Sredstva za zaštitu od mraza - gotove smjese za rashladne sustave bez lakih metala	43	
3.3	Plinski motor BR4000 - primjena generatora i agregat generatora	45	
3.3.1	Rashladne tekućine - općenito	45	
3.3.2	Rashladne tekućine bez zaštite od mraza - koncentri za rashladne sustave koji sadrže lake metale	46	
3.3.3	Rashladne tekućine bez zaštite od mraza - gotove smjese za rashladne sustave koji sadrže lake metale	47	
3.3.4	Sredstva za zaštitu od mraza - koncentri za rashladne sustave koji sadrže lake metale	48	
3.3.5	Sredstva za zaštitu od mraza - koncentri za posebne primjene	51	
3.3.6	Sredstva za zaštitu od mraza - gotove smjese za rashladne sustave koji sadrže lake metale	52	
3.4	Plinski motor BR400 - agregat generatora	54	
3.4.1	Odobrene rashladne tekućine	54	
4	Goriva		
4.1	Općenito	55	
4.1.1	Uporaba goriva	55	
4.1.2	Glavne komponente zemnog plina i gorivih plinova biogenog porijekla	56	
4.1.3	Liquid Natural Gas (LNG)	58	
4.1.4	Spojevi silicija i sumpora u gorivom plinu	59	
4.2	Plinski motor BR4000 - brodska primjena	60	
4.2.1	Općenito	60	
4.2.2	Zahtjevi za gorivi plin	61	
4.2.3	Propis za medij u omotaču plinskog voda u brodskoj primjeni	64	
4.3	Plinski motor BR4000 - primjena generatora i agregat generatora	66	
4.3.1	Općenito	66	
4.3.2	Zemni plin - zahtjevi za gorivi plin	67	
4.3.3	Bioplin - zahtjevi za gorivi plin	70	
4.4	Plinski motor BR400 - agregat generatora	74	
4.4.1	Zemni plin - vrijednosti goriva	74	
4.4.2	Bioplin - vrijednosti goriva	75	
4.4.3	Onečišćenja	76	
5	Sustav naknadne obrade ispušnih plinova		
5.1	Općenito	78	
5.2	Redukcijsko sredstvo NOx AUS 32 za SCR sustave naknadne obrade ispušnih plinova	79	
5.3	Kondenzat ispušnih plinova	81	

6	Propis o pranju i čišćenju optoka rashladne tekućine motora		8.2	Zahtjevi za vodu za grijanje	90
6.1	Općenito	82	9	Potvrda za radne materijale	
6.2	Odobrena sredstva za čišćenje	83	9.1	Potvrda vlasnika agregata generatora	92
6.3	Ispiranje optoka rashladne tekućine motora	84	10	Prilog A	
6.4	Čišćenje optoka rashladne tekućine motora	85	10.1	Popis kratica	93
6.5	Čišćenje sklopova	86	10.2	Tablica za pretvaranje SI jedinica	94
6.6	Optoci rashladne tekućine u slučaju napada bakterija, kvašćevih gljivica, gljivica	87	10.3	MTU Onsite Energy - kontakt osoba/servisni partner	95
7	Ulazni zrak i zrak za izgaranje		11	Prilog B	
7.1	Općenito	88	11.1	Indeks	96
8	Voda za grijanje				
8.1	Općenito	89			

1 Uvod

1.1 Općenito

Upotrijebljeni simboli i sredstva prikazivanja

Potrebno je pridržavati se sljedećih uputa koje su istaknute u tekstu:

Važno

Ovo polje sadrži važne ili korisne informacije o proizvodu za korisnika. Ukazuje na upute, radove i radnje kojih se potrebno pridržavati kako bi se spriječilo oštećivanje ili uništenje materijala.

Napomena:

Napomena nas obavještava da postoji nešto na što moramo obratiti pažnju pri izvođenju neke radnje.

Radni materijali

Životni vijek, sigurnost na radu i funkcioniranje pogonskih uređaja uvelike ovise o upotrijebljenim radnim materijalima. Stoga su odgovarajući odabir i njega radnih materijala iznimno važni. Oni su definirani u propisima o radnim materijalima.

Ispitna norma	Opis
DIN	Njemački institut za normiranje
EN	Europsko normiranje
ISO	Međunarodna norma
ASTM	American Society for Testing and Materials
IP	Institute of Petroleum
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

Tabela 1: Ispitne norme za radne materijale

Važno

Odobreni radni materijali ne smiju se miješati.

Važno

Klijent je dužan pridržavati se sigurnosno-tehničkih listova odgovarajućeg proizvođača.

Aktualnost brošure

Propisi o radnim materijalima po potrebi se mijenjaju ili dopunjuju. Prije upotrebe uvjerite se da imate najnoviju verziju. Najnoviju verziju možete pronaći na stranici:

- <http://www.mtu-online.com/mtu/technische-info/index.de.html>
- <http://www.mtuonsiteenergy.com/technische-infos/tools-und-downloads/index.de.htm>

Ako imate dodatnih pitanja, osoba za kontakt tvrtke MTU Onsite Energy rado će vam pomoći.

Jamstvo

Upotreba odobrenih radnih materijala, bilo onih koji su navedeni ili onih koji su u skladu sa specifikacijama, sastavni je dio uvjeta jamstva.

Dobavljač radnih materijala odgovoran je za jednaku kvalitetu navedenih proizvoda diljem svijeta.

Važno

Radni materijali za pogonske uređaje mogu sadržavati opasne tvari. Prilikom rada s tim tvarima, kao i prilikom njihova skladištenja i odlaganja u otpad, treba se pridržavati određenih pravila.

Ta pravila vrijede na temelju informacija proizvođača, zakonskih odredbi i tehničkih pravilnika koji vrijede u odgovarajućoj državi. Budući da mogu postojati velike razlike između pojedinih država, nije moguća sveobuhvatna izjava o pravilima koja vrijede u okviru ovih propisa o radnim materijalima.

Korisnik ovdje navedenih proizvoda stoga je obavezan samostalno se informirati o važećim odredbama. MTU Onsite Energy ne preuzima odgovornost u slučaju nestručne ili nedopuštene upotrebe radnih materijala.

Prilikom rada s radnim materijalima treba se pridržavati „Pravila o zaštiti okoliša“ (pogledajte upute za uporabu, poglavlje Sigurnost, Demontaža i Odlaganje u otpad) jer su oni opasni po zdravlje i eksplozivni.

Nestručna upotreba radnih materijala dovodi do opterećenja okoliša:

- Radni materijali ne smiju dospjeti u tlo ili kanalizaciju.
- Rabljene radne materijale treba odmah odnijeti u postrojenja za reciklažu otpadnog ulja ili za odlaganje posebnog otpada.
- Rabljeni umeci i ulošci filtra moraju se odnijeti u postrojenja za odlaganje posebnog otpada.

Važno

Naručitelj/vlasnik snosi odgovornost za pridržavanje vrijednosti goriva/zapaljivih materijala.

Konzerviranje

Sve informacije o konzerviranju, naknadnom konzerviranju ili dekonzerviranju, kao i dopuštenim materijalima za konzerviranje, možete pronaći u propisima o konzerviranju i naknadnom konzerviranju tvrtke MTU. Najnoviju verziju možete pronaći na stranici:

<http://www.mtu-online.com/mtu/technische-info/index.de.html>

2 Maziva

2.1 Općenito

2.1.1 Motorno ulje

Prilikom odabira motornog ulja za plinske motore od odlučujućeg je značaja vrsta plina koji pokreće motor. Plinski se motor smije pokretati samo s odobrenim motornim uljem.

Odobrena motorna ulja navedena su u sljedećim poglavljima:

- Za BR4000 (→ Stranica 14)
- Za BR400 (→ Stranica 18)

Značajan je faktor udio onečišćenja u gorivom plinu. To podrazumijeva da vlasnik treba provoditi redovite kontrole plina. Ulja za plinske motore, koja treba upotrebljavati, odlikuju se najmanjim mogućim udjelima pepela. Time se smanjuje stvaranje naslaga pepela koje dovode do slabljenja učinkovitosti katalizatora odn. do detonatnog izgaranja.

Pri radu s bioplinom motorno ulje, ovisno o okolnostima, opterećuje se korozivnim onečišćenjima koja nastaju prilikom izgaranja sadržanih štetnih tvari (spojevi klora, fluora i sumpora). Te se korozivne tvari mogu samo ograničeno neutralizirati pomoću specijalnih aditiva u motornom ulju.

Oštećenja od korozije na podmazanim komponentama motora mogu se spriječiti samo čestom izmjenom ulja. Kako biste što više smanjili pojavu korozivnih onečišćenja pri opterećenju, preporučuje se veći obujam motornog ulja.

Važno

Potrošene radne materijale odložite u skladu s propisima koji vrijede na mjestu primjene.

Važno

Za plinske motore je propisana klasa viskoznosti SAE 40.
Nisu dopuštena multigradna ulja.

Važno

Miješanje motornih ulja u načelu nije dopušteno.

Važno

U okviru izmjene motornog ulja moguća je promjena na neko drugo motorno ulje pod određenim uvjetima pri svakoj izmjeni ulja. Za to se obratite servisu tvrtke MTU.

Važno

U slučaju upotrebe bioplina, kanalizacijskog plina ili deponijskog plina količina ulja u karteru motora nije dovoljna. Potreban je veći obujam ulja.

2.1.2 Intervali zamjene motornog ulja

Vrijeme rada ulja za plinske motore

Na vrijeme rada ulja utječe kvaliteta motornog ulja, njegovo održavanje kao i radni uvjeti i upotrijebljeno gorivo.

Stoga ovisno o obujmu motornog ulja, vrsti plina i seriji treba redovito uzeti uzorak ulja i analizu ulja usporediti s graničnim vrijednostima iz tablice (→ Tabela 2). Uzorke ulja uvijek treba uzeti pod istim graničnim uvjetima (zagrijan motor) i na za to predviđenom mjestu (nastavak za uzimanje na kućištu filtra ulja).

Ako se postignu ili prekorače granične vrijednosti prema tablici (→ Tabela 2), odmah treba zamijeniti ulje.

Ako se upotrebljava veći obujam ulja, treba smanjiti granične vrijednosti za potrošne elemente obrnuto proporcionalno s povećanjem obujma. Maksimalno dopušteno smanjenje graničnih vrijednosti za potrošne elemente iznosi 50 % granične vrijednosti iz tablice (→ Tabela 2).

Dopušteni su fiksni intervali zamjene bez analiza ulja nakon savjetovanja s tvrtkom MTU Onsite Energy.

Granične vrijednosti za rabljena ulja za plinske motore SAE 40

	Metoda ispitivanja	Granične vrijednosti BR4000	Granične vrijednosti BR400
Viskoznost na 100 °C (mm ² /s)	ASTM D445 DIN 51562	maks. 17,5 min. 11,5	Vrijednost novog ulja +30 % **
Ukupni bazni broj TBN (mgKOH/g)	ASTM D2896 ISO 3771	min. 2,5 i TBN > TAN	Vrijednost novog ulja -60 % **
Kiselinski broj, TAN (mgKOH/g)	ASTM D664	Vrijednost novog ulja +2,5	Na zahtjev
iph vrijednost	ASTM D7946	min. 4	min. 4
Voda (vol.-%)	ASTM D6304 EN 12937 ISO 6296	maks. 0,2	maks. 0,2
Glikol (mg/kg)	ASTM D2982	maks. 100	Na zahtjev
Oksidacija (A/cm)	DIN 51453	maks. 20	maks. 30
Nitracija (A/cm)	IR postupak	maks. 20	maks. 30
Potrošni elementi (mg/kg):	DIN 51399-1/-2		
Željezo (Fe)		maks. 30	maks. 50
Olovo (Pb)		maks. 20	maks. 30
Aluminij (Al)		maks. 10	maks. 20
Bakar (Cu)		maks. 20 ***	maks. 50
Kositar (Sn)		maks. 5	maks. 15
Silicij (Si)		maks. 15 *	maks. 10 *

* Granična vrijednost za potrošni element Si odnosi se samo CNG pogon.

** Vrijednost novog ulja na zahtjev

*** Tijekom 1. zamjene ulja (maks. 3000 radnih sati) je granična vrijednost na 50 ppm.

Tabela 2: Granične vrijednosti za rabljena ulja za plinske motore SAE 40

Analiza rabljenog ulja

Rezultate analiza ulja treba arhivirati.

Iz navedenih metoda ispitivanja i graničnih vrijednosti (→ Tabela 2) proizlazi kada rezultat analize pojedinačnog uzorka ulja treba smatrati abnormalnim. Abnormalan rezultat (n pr. povećano trošenje ulja) zahtijeva hitno ispitivanje i otklanjanje utvrđenog nepravilnog radnog stanja (n pr. provjera pripreme plina odn. analiziranje uzoraka plina).

Granične vrijednosti odnose se na pojedinačne uzorke ulja. Ako se postignu ili prekorače granične vrijednosti, odmah treba zamijeniti ulje. Rezultati analize ulje ne dopuštaju izvlačenje zaključaka o istrošenosti određenih komponenti.

Osim analitičkih graničnih vrijednosti za zamjenu ulja mjerodavno je i stanje, radno stanje te eventualne smetnje pri radu motora i periferije postrojenja .

2.1.3 Silicijevi spojevi u gorivom plinu

Spojevi silicija u plinu dovode do taloženja i potiču trošenje. Zbog toga se deaktiviraju i katalizatori. Ne preuzimamo odgovornost za oštećenja prouzročena spojevima silicija.

Vrijednost silicija Si_B

Pri radu s plinovima koji sadrže silicij treba paziti na povećanje udjela silicija u ulju. U tu svrhu izračunajte vrijednost silicija Si_B pomoću sljedeće formule.

$$Si_B = \text{Delta Si analiza ulja B - A [ppm]} \times \frac{(\text{količina ulja za punjenje} + \text{količina dodatnog punjenja}) [\text{litra}]}{\text{stvoreni električni rad [kWh]}}$$

Vlasnik mora dokazati pomoću analiza ulja da se u potpunosti pridržava Si_B .

Granična vrijednost silicija Si_{BG}

Pri graničnim vrijednostima silicija Si_{BG} razlikujemo između rada sa ili bez katalitičkog čišćenja ispušnog sustava.

Rad	Si_{BG}
S katalitičkim čišćenjem ispušnog sustava	0
Bez katalitičkog čišćenja ispušnog sustava	< 0,01 (BR4000)
Bez katalitičkog čišćenja ispušnog sustava	< 0,02 (BR400)

Za primjenu oksidacijskih katalizatora potrebno je zahtijevati ne-detekciju ($Si_B = 0$).

Usprkos tome, zbog velike osjetljivosti katalizatora, može doći do prijevremenog gubitka aktivnosti, prije svega pri pretvaranju formaldehida.

Važno

Tvrtka MTU Onsite Energy isključuje oštećenja na temelju silicija na motoru ili katalizatoru iz jamstva.

Primjer izračuna vrijednost silicija Si_B

Podaci za izračun vrijednosti silicija Si_B		
Delta Si između analize ulja A i B	20	ppm (mg/kg)
Količina ulja u optoku	800	dm ³
Dopunjena količina ulja	200	dm ³
Stvoreni električni rad između analize ulja A i B	2000000	kWh

$$Si_B = 20 [\text{ppm}] \times \frac{(800 + 200) [\text{dm}^3]}{2000000 [\text{kWh}]} = 0,01$$

2.1.4 Fluorescentna bojila za otkrivanje propusnih mjesta u optoku ulja za podmazivanje

U nastavku navedena fluorescentna bojila odobrena su za otkrivanje propusnih mjesta u optoku ulja za podmazivanje.

Proizvođač	Opis proizvoda	Koncentracija za primjenu	Broj materijala	Veličina pakiranja	Stabilnost skladištenja ¹⁾
Chromatech Europe B.V.	D51000A Chromatint Fluorescent Yellow 175	0,04 % - 0,07 %	X00067084	16 kg	2 godine
Cimcool, Cincinnati	Producto YFD-100	0,5% - 1,0 %		5 galona (kanistar) 55 galona (bačva)	6 mjeseci

Tabela 3:

¹⁾ = franko tvornica, odnosi se na originalnu, hermetički zatvorenu ambalažu pri skladištenju bez mraza (> 5 °C).

Fluorescencija (svjetložuti ton boje) oba bojila vidljiva je UV svjetiljkom (365 nm).

2.1.5 Maziva

MTU uvjeti za odobrenje maziva utvrđeni su u MTU normi MTL 5050 i dostupni su pod tim brojem.

Proizvođač pisanim putem potvrđuje odobrenje određenog maziva.

Maziva za opće primjene

Za sva mjesta za podmazivanje treba rabiti masti na bazi litijevog sapuna.

Iznimke:

- bajpas kompresora ugrađen između turbopunjača za ispušne plinove i međuhladnjaka
- unutrašnja centriranja spojki

Maziva za primjene na višim temperaturama

Za bajpase kompresora, koji su ugrađeni između turbopunjača za ispušne plinove i međuhladnjaka, treba rabiti mast otpornu na visoke temperature (do 250 °C):

- Aero Shell Grease 15
- Optimol Inertox Medium

Za bajpase kompresora, koji se nalaze ispred turbopunjača za ispušne plinove ili iza međuhladnjaka, dovoljna su maziva za opće primjene.

Maziva za unutrašnja centriranja spojki

Maziva za unutrašnja centriranja:

- Esso Unirex N 3 (otpornost na temperaturu do približno 160 °C)

Maziva za posebne primjene (samo BR4000)

Ulja za turbopunjače za ispušne plinove

U pravilu su turbopunjači za ispušne plinove s integriranom opskrbom uljem priključeni na optok ulja za podmazivanje motora.

Za ABB turbopunjače za ispušne plinove, koji nisu priključeni na optok ulja za podmazivanje motora, treba rabiti turbinska ulja na bazi mineralnog ulja viskozne gradacije ISO-VG 68.

Maziva za zupčane spojke s lučnim zubima

Za zupčane spojke s lučnim zubima odobrena su za podmazivanje ovisno o slučaju primjene sljedeća maziva:

- Tvrtka Klüber: Structovis BHD MF (strukturno viskozno ulje za podmazivanje)
- Tvrtka Klüber: Klüberplex GE1 1–680 (adhezivno mazivo za prijenosnike)

Primjena odgovarajućeg maziva odn. njegova vremena rada određena su u odgovarajućim uputama za uporabu odn. planovima održavanja.

2.1.6 Maziva za opće primjene

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju “Maziva”(→ Stranica 7)

Proizvođač	Naziv marke	Napomene
Aral AG	Višenamjensko ulje Arallub HL2	
BP p.l.c.	Energrease LS2	
Castrol Ltd.	Spheerol AP2	
Chevron	Multifak EP2	
SRS Schmierstoff Vertrieb GmbH	SRS Wiolub LFK2	
Shell Deutschland GmbH	Shell Gadus S2 V220 2	
Total	Total Multis EP2	
Veedol International	Multipurpose	

Tabela 4:

2.2 Plinski motor BR4000 – primjena generatora i agregat generatora - brodska primjena

2.2.1 Odobrena motorna ulja

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju "Općenito" (→ Stranica 7).

MTU motorna ulja za plinske motore BR4000

Proizvođač	Naziv marke	Klasa viskoznosti SAE	Uzorak						Oznaka / broj materijala
			4000L61 / L62 / L63	4000L64 / L64FNER	4000L32 / L33	4000L32FB	4000L62FB	4000Mx5xN	
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO BG Power B2L	40				X	X		Pakiranje 20 l: X00072870 Pakiranje 205 l: X00072871 IBC: X00072872
	GEO NG Power X2L	40	X						Pakiranje 20 l: X00072874 Pakiranje 205 l: X00072875 IBC: X00072876
	GEO NG Power X3L	40	X	X	X			X	Pakiranje 20 l: X00072877 Pakiranje 205 l: X00072878 IBC: X00072879

X = odobrenje uzorka

Tabela 5: MTU motorna ulja za plinske motore BR4000

Važno

Za određivanje intervala zamjene motornog ulja potrebno je uzeti uzorke ulja svakih 250 radnih sati te ih analizirati. Treba se pridržavati graničnih vrijednosti (→ Stranica 8).

Alternativna motorna ulja za plinske motore BR4000

Proizvođač	Naziv marke	Klasa viskoznosti SAE	Uzorak					
			4000L61 / L62 / L63	4000L64 / L64FNER	4000L32/L33	4000L32FB	4000L62FB	4000Mx5xN
Addinol	MG 40 Extra LA	40				X	X	
	MG 40 Extra Plus	40					X	
BayWa AG	Tectrol MethaFlexx HC Premium	40				X	X	
Castrol Ltd.	Castrol Duratec L	40	X		X *			
Chevron (Texaco)	Geotex LA 40	40	X		X *			
	HDAX 7200	40	X	X	X			
Exxon Mobil Corporation	Mobil Pegasus 705	40	X		X *			
	Mobil Pegasus 805 (55 galona: 23538056)	40	X		X *			
	Mobil Pegasus 1005	40	X	X				X
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet Ultra	40				X	X	
	Titan Ganymet LA	40	X					
NILS S.p.A.	Burian	40					X	
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S3 N 40	40	X		X *			
	Shell Mysella S5 N 40	40	X	X	X			
SRS Schmierstoff Vertrieb GmbH	SRS Mihagrün LA 40	40	X		X *			
Total	Nateria MH 40	40	X		X *			
	Nateria MJ 40	40					X	
	Nateria MP 40	40	X	X	X	X	X	X
Pedro-Canada	Sentron CG 40	40				X	X	
	Sentron LD 5000	40	X					
	Sentron LD 8000	40	X	X	X			X

X = odobrenje uzorka

* Pri uporabi ovih motornih ulja skraćuje se vijek trajanja.

Tabela 6: Alternativna motorna ulja za plinske motore BR4000

Važno

Za određivanje intervala zamjene motornog ulja potrebno je uzeti uzorke ulja svakih 250 radnih sati te ih analizirati. Treba se pridržavati graničnih vrijednosti (→ Stranica 8).

2.2.2 Maziva za generatore

Ležajevi su unaprijed podmazani u tvornici kod proizvođača generatora.

Pri puštanju u rad treba rabiti dodatno mazivo.

Važno

Uvijek je mjerodavan podatak na generatoru.
Obratite pozornost na podatke proizvođača na tipskoj pločici generatora.

Na generatorima su od strane proizvođača postavljene sljedeće informacije:

- Mazivo za upotrebu
- Količina maziva
- Interval podmazivanja

Treba se pridržavati važećeg plana održavanja.

Više informacija možete vidjeti u odgovarajućim dokumentima proizvođača.

Važno

Tijekom prvih radnih sati generatora treba nadzirati temperaturu ležajeva.

Važno

Nedovoljno podmazivanje može dovesti do previsoke temperature i oštećenja ležajeva.

Maziva za generatore BR4000

Proizvođač generatora	Mazivo (MTU broj materijala)
Leroy-Somer	Shell Gadus S3 V220C2 (X00067217) *
	Mobil Polyrex™ EM: grade NLGI 2 (X00071899) *
Cummins	KLUEBER ASONIC GHY72 (09110145007)
Hitzinger	LUKOIL SIGNUM EPX2 (X00071900)

* Mješoviti pogon s oba maziva nije moguć u skladu s uputama proizvođača i stoga nije dopušten.
Obratite pozornost na podatke proizvođača na tipskoj pločici generatora.

2.2.3 Ulja za prijenosnike

Odobrena ulja za podmazivanje

Vrijedi samo za primjene od 60 Hz.

Proizvođač/dobavljač	Opis	Klasa viskoznosti SAE	Oznaka
Mobil	Mobilgear SHC XMP320	40	S
Mobil	SHC 632	40	S
Klüber	GEM4-320N	40	S
Total	Carter SH320	40	S

S = sintetičko ulje za podmazivanje

Tabela 7: Odobrena ulja za podmazivanje

Važno

Dopuštene su samo vrste sintetičkog ulja za prijenosnike.

Količine punjenja

Tip prijenosnika	Motor	Litri
GU 320	8V4000Lx 12V4000Lx	65
GU 395	16V4000Lx 20V4000Lx	92

Tabela 8: Količine punjenja

Probni rad provodi tvrtka MTU-Onsite Energy s Mobil SHC 632.

MTU broj materijala:

- 09110149525 – ulje za prijenosnike MOBIL SHC 632 (bačva)
- 09110149555 – ulje za prijenosnike MOBIL SHC 632 (kanistar)

Intervali zamjene ulja:

- Pogledajte i plan održavanja MTU-Onsite Energy i upute za uporabu proizvođača prijenosnika
- Prva zamjena ulja: 300 ... 5000 radnih sati
- Sljedeća zamjena ulja nakon 4000 radnih sati ili nakon 24 mjeseca
- Analiza ulja (uzorak ulja > 1 litre) svakih 2000 radnih sati

Ulje za prijenosnike u hladnom stanju napunite točno do sredine kontrolnog prozorčića. Tijekom rada u početku pada razina ulja na kontrolnom prozorčiću, ali može porasti iznad njega zbog toplinskog istezanja. Odzračivanje se vrši pomoću labirintne brtvenice na vratilima.

2.3 Plinski motor BR400 - agregat generatora

2.3.1 Odobrena motorna ulja

MTU motorna ulja za atmosferske motore BR400

Proizvođač/dobavljač	Naziv marke	Klasa viskozno- sti SAE	Oznaka	
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L ²⁾	40 ¹⁾	M	E, P

Tabela 9: MTU motorna ulja za atmosferske motore BR400

1) Dozvola ograničena na okolnu temperaturu motora > +10 °C

2) Pakiranje 20 l: X00072874 / pakiranje 205 l: X00072875 / IBC: X00072876

M Mineralno motorno ulje

E Zemni plin

P Propan

Alternativna motorna ulja za atmosferske motore BR400

Proizvođač/dobavljač	Naziv marke	Klasa viskozno- sti SAE	Oznaka	
Addinol Lube Oil GmbH	ECO GAS 4000 XD	40 ¹⁾	M	E, P
	MG 40 Extra LA	40 ¹⁾	M	E, P
AUTOL	ELA 40	40 ¹⁾	M	E, P
AVIA Mineralöl AG	LA 40	40 ¹⁾	M	E, P
	LA Plus 40	40 ¹⁾	M	E, P
Castrol	Duratec HPL 40	40 ¹⁾	M	E, P
	Duratec XPL	40 ¹⁾	S	E, P
Chevron Texaco	HDAX 7200	40 ¹⁾	M	E, P
BayWa AG	TECTROL Methaflexx HC Premium	40 ¹⁾	M	E, P
	TECTROL Methaflexx NG	40 ¹⁾	M	E, P
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 ¹⁾	S	E, P
	Pegasus 605	40 ¹⁾	M	E, P
	Pegasus 705	40 ¹⁾	M	E, P
	Pegasus 805	40 ¹⁾	M	E, P
	Pegasus 1005	40 ¹⁾	M	E, P
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet LA	40 ¹⁾	M	E, P
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	M	E, P
Kuwait Petroleum	Q8 Mahler MA	40 ¹⁾	M	E, P
Petro Canada Europe	Sentron LD 5000	40 ¹⁾	M	E, P
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S5 N 40	40 ¹⁾	M	E, P
Total Deutschland	Nateria MP40	40 ¹⁾	M	E, P
WIPA Chemicals International	Ecosyn GE 4004	40 ¹⁾	S	E, P

Tabela 10: Alternativna motorna ulja za atmosferske motore BR400

- 1) Dozvola ograničena na okolnu temperaturu motora > +10 °C
 S Sintetičko motorno ulje
 M Mineralno motorno ulje
 E Zemni plin
 P Propan

MTU motorna ulja za turbomotore BR400

Proizvođač/dobavljač	Naziv marke	Klasa viskoz- nosti SAE	Oznaka		
MTU Friedrichshafen GmbH	GEO NG POWER X2L ²⁾	40 ¹⁾	M	E, P	K
	GEO BG POWER B2L ³⁾	40 ¹⁾	M	B	K

Tabela 11: MTU motorna ulja za turbomotore BR400

- 1) Dozvola ograničena na okolnu temperaturu motora > +10 °C
 2) Pakiranje 20 l: X00072874 / pakiranje 205 l: X00072876 / IBC: X00072875
 3) Pakiranje 20 l: X00072870 / pakiranje 205 l: X00072872 / IBC: X00072871
 M Mineralno motorno ulje
 E Zemni plin
 P Propan
 B Bioplin
 K Prikladno za katalizator

Alternativna motorna ulja za turbomotore BR400

Proizvođač/dobavljač	Naziv marke	Klasa viskoz- nosti SAE	Oznaka		
AUTOL	BGJ 40	40 ¹⁾	M	B	K
	ELA 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
AVIA Mineralöl AG	HA 40	40 ¹⁾	M	B	K
	LA 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
	LA Plus 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
Addinol Lube Oil GmbH	ECO GAS 4000 XD	40 ¹⁾	M	E, P	K
	MG 40 Extra Plus	40 ¹⁾	M	B	K
	MG 40 Extra LA	40 ¹⁾	M	E, P	K
NILS	Burian	40 ¹⁾	M	B	K
BayWA AG	TECTROL Methaflexx D	40 ¹⁾	M	B	K
	TECTROL Methaflexx HC Plus	40 ¹⁾	M	B	K
	TECTROL Methaflexx HC Premium	40 ¹⁾	M	E, P	K
	TECTROL Methaflexx HC Premium	40	M	B	SRK
	TECTROL Methaflexx NG	40 ¹⁾	M	E, P	K
Castrol	Duratec HPL	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Duratec XPL	40 ¹⁾	S	E, P	K
Chevron Texaco	Geotex LA 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Geotex LF 40	40 ¹⁾	M	B	K
	HDAX 7200	40 ¹⁾	M	E, P	K

Proizvođač/dobavljač	Naziv marke	Klasa viskoznosti SAE	Oznaka		
ExxonMobil	SHC Pegasus	40 ¹⁾	S	E, P	K
	Pegasus 605	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Pegasus 610	40 ¹⁾	M	B	K
	Pegasus 705	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Pegasus 710	40 ¹⁾	M	B	K
	Pegasus 805	40 ¹⁾	M	E, P	K
Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH	Titan Ganymet	40 ¹⁾	M	B	K
	Titan Ganymet LA	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Titan Ganymet Plus	40 ¹⁾	M	B	K
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	M	E, P	K
	Titan Ganymet Ultra	40 ¹⁾	M	B	SRK
Hessol Lubrication GmbH	Hessol Gasmotorenöl	40 ¹⁾	M	B	K
Kuwait Petroleum	Q8 Mahler HA	40 ¹⁾	M	B	K
	Q8 Mahler MA	40 ¹⁾	M	E, P	K
Petro Canada Europe	Sentron CG 40	40 ¹⁾	M	B	K
	Sentron LD 5000	40 ¹⁾	M	E, P	K
Shell International Petroleum Company	Shell Mysella S5 N 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
Total Deutschland	Nateria MP 40	40 ¹⁾	M	E, P	K
WIPA Chemicals International	Ecosyn GE 4004	40 ¹⁾	S	E, P	K

Tabela 12: Alternativna motorna ulja za turbomotore BR400

- 1) Dozvola ograničena na okolnu temperaturu motora > +10 °C
S Sintetičko motorno ulje
M Mineralno motorno ulje
E Zemni plin
P Propan
B Bioplin
K Prikladno za katalizator
SRK Katalizator otporan na sumpor

2.3.2 Intervali zamjene motornog ulja

Mineralno ulje – sustav podmazivanja raspršivanjem motornog ulja i dodatni volumen

Pri povećanju dodatnog volumena, kao n pr. 800 l za E3066Dx, povećava se i interval zamjene ulja na 4-struki navod za dodatni volumen od 200 l.

I u tim su slučajevima potrebne redovite analize ulja.

Opis Moduli / agregati s tipom motora	Sustav podmazivanja raspršivanjem motornog ulja i dodatni volumen	
	Zamjena ulja nakon radnih sati	Min. veličina dodatnog volumena
E3066D1-D3	2500	200 l
E3066D4	3000	200 l
E3066Lx/Zx	1000	120 l
E3042D1-D3	1250	200 l
E3042D4	1500	200 l
E3042Lx/Zx	1000	200 l
E3042Lx/Zx	5000 (ili analiza ulja)	1000 l
B3066Lx/Zx	1000	200 l
B3042Lx/Zx	1000	300 l

Tabela 13: Mineralno ulje – sustav podmazivanja raspršivanjem motornog ulja i dodatni volumen

Mineralno ulje – sustav podmazivanja motornim uljem samo s punjenjem svježim uljem (bez podmazivanja raspršivanjem ulja)

Opis Moduli / agregati s tipom motora	Sustav podmazivanja motornim uljem samo s punjenjem svježim uljem (bez podmazivanja raspršivanjem ulja)	
	Zamjena ulja nakon radnih sati	Preporučena veličina spremnika svježeg ulja
E3066D1-D3	600	60 l
E3066Lx/Zx	300	60 l
E3042D1-D3	600	60 l
E3042Lx/Zx	300	60 l

Tabela 14: Mineralno ulje – sustav podmazivanja motornim uljem samo s punjenjem svježim uljem (bez podmazivanja raspršivanjem ulja)

Sintetičko ulje – sustav podmazivanja raspršivanjem motornog ulja i dodatni volumen

Pri povećanju dodatnog volumena, kao n pr. 800 l za E3066Dx, povećava se i interval zamjene ulja na 4-struki navod za dodatni volumen od 200 l.

I u tim su slučajevima potrebne redovite analize ulja.

Opis Moduli / agregati s tipom motora	Sustav podmazivanja raspršivanjem motornog ulja i dodatni volumen	
	Zamjena ulja nakon radnih sati	Min. veličina dodatnog volumena
E3066Lx/Zx	2000	200 l
E3042Lx/Zx	1000	160 l
E3042Lx/Zx	8000 (ili analiza ulja)	1000 l

Tabela 15: Sintetičko ulje – sustav podmazivanja raspršivanjem motornog ulja i dodatni volumen

Sintetičko ulje – sustav podmazivanja motornim uljem samo s punjenjem svježim uljem (bez podmazivanja raspršivanjem ulja)

Opis Moduli / agregati s tipom motora	Sustav podmazivanja motornim uljem samo s punjenjem svježim uljem (bez podmazivanja raspršivanjem ulja)	
	Zamjena ulja nakon radnih sati	Preporučena veličina spremnika svježeg ulja
E3066D1-D3	1250	50 l
E3066D4	1500	50 l
E3066Lx/Zx	600	50 l
E3042D1-D3	1250	100 l
E3042D4	1500	100 l
E3042Lx/Zx	600	100 l

Tabela 16: Sintetičko ulje – sustav podmazivanja motornim uljem samo s punjenjem svježim uljem (bez podmazivanja raspršivanjem ulja)

2.3.3 Maziva za generatore

Maziva za generatore BR400

Proizvođač generatora	Mazivo
Leroy-Somer	Podmazan doživotno

Važno

Obratite pozornost na podatke proizvođača na tipskoj pločici generatora.

3 Rashladno sredstvo

3.1 Općenito

3.1.1 Definicija rashladnog sredstva

Važno

Uvjerite se da se radni materijali skupljaju u odgovarajuće velike prihvatne posude. Pridržavajte se sigurnosno-tehničkih listova i radne materijale odložite u skladu s propisima specifičnim za državu.

Rashladno sredstvo =

aditiv za rashladnu tekućinu (koncentrat) + svježa voda u zadanom omjeru miješanja

- Spremno za primjenu u motoru

Sredstvo za zaštitu od mraza =

korozijski inhibitor + glikol + aditivi + voda

- U prethodnim verzijama propisima o radnim materijalima tvrtke MTU upotrijebljen je pojam "Sredstva za zaštitu od korozije i smržavanja". Za bolje razumijevanje upotrebljava se pojam "Sredstva za zaštitu od mraza".

Zaštita od mraza potrebna je za motore u područjima primjene u kojima temperature mogu biti ispod točke ledišta.

Odgovarajući raspon koncentracije za primjenu naveden je u odlomku Nadzor rada.

Rashladna tekućina bez zaštite od mraza =

korozijski inhibitor + aditivi + voda

- U prethodnim verzijama propisima o radnim materijalima tvrtke MTU upotrijebljen je pojam "Sredstva za zaštitu od korozije topiva u vodi". Taj se opis nadalje zamjenjuje opisom "Rashladne tekućine bez zaštite od mraza".

Rashladne tekućine koje je odobrila tvrtka MTU imaju dobar učinak zaštite od korozije, pod uvjetom da se primjenjuju u dovoljnoj koncentraciji. Odgovarajući raspon koncentracije za primjenu naveden je u odlomku Nadzor rada.

Odobreni aditivi za rashladne tekućine navedeni su u sljedećim poglavljima:

- Za BR4000 plinski motor – brodska primjena (→ Stranica 37)
- za BR4000 plinski motor – primjena generatora i agregat generatora (→ Stranica 46)
- Za BR400 plinski motor – agregat generatora (→ Stranica 54)

Postojeći posebni dogovori ostaju i dalje na snazi.

Važno

Ne smiju se rabiti aditivi za rashladne tekućine, koji sadrže nitrit, u kombinaciji s hladnjacima koji sadrže mesing.

Važno

Pri svakoj promjeni rashladne tekućine na neki drugi proizvod treba provesti ispiranje vodom. Za propise o pranju i čišćenju optoka rashladne tekućine motora vidi (→ Stranica 82).

Važno

U nekim područjima primjene propisana je upotreba sredstava za zaštitu od mraza na bazi propilen-glikola. Ti proizvodi imaju manju toplinsku vodljivost od uobičajenih proizvoda na bazi etilen glikola. Stoga se u motoru javlja povišena temperatura. Za primjenu u slučaju vrlo niskih temperatura (< -40 °C) na raspolaganju je proizvod BASF G206.

Antikorozivno djelovanje rashladne tekućine osigurava samo potpuno napunjen optok rashladne tekućine.

Samo dopuštena sredstva za zaštitu od korozije za unutarnje konzerviranje optoka rashladne tekućine pružaju čak i kod ispuštenog medija dovoljnu zaštitu od korozije. To znači da nakon ispuštanja rashladne tekućine treba provesti konzerviranje optoka rashladne tekućine ako se ponovno ne napuni rashladna tekućina. Način postupanja opisan je u propisu za konzerviranje MTU A001070/....

Rashladnu tekućinu treba pripremiti od odgovarajuće svježje vode i aditiva za rashladnu tekućinu koji je odobrio MTU. Rashladnu tekućinu treba pripremati izvan motora.

Važno

Smjese različitih dodataka rashladne tekućine, kao i aditiva, nisu dopuštene (i u filtrima rashladne vode i filtrima prema komponentama sustava).

Važno

Kod gotovih smjesa uvijek se najprije navodi udio aditiva za rashladnu tekućinu (koncentrat).
Primjer: Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix = 40 vol% aditiva za rashladnu tekućinu / 60 vol% svježje vode

3.1.2 Nadzor rada / priprema rashladne tekućine

Prethodna provjera svježeg vode i stalni nadzor rashladne tekućine jako su važni za nesmetan rad motora. Provjera rashladne tekućine treba se obaviti najmanje jednom godišnje odn. prilikom svakog punjenja i može se provesti pomoću MTU ispitnog kovčega. Ispitni kovčeg sadrži sve za to potrebne uređaje, kemikalije i upute za uporabu.

Pomoću MTU ispitnog kovčega mogu se provesti sljedeća ispitivanja:

- određivanje ukupne tvrdoće (°d)
- određivanje pH vrijednosti
- određivanje sadržaja klorida u svježoj vodi
- određivanje koncentracije sredstva za zaštitu od mraza
- određivanje koncentracije rashladne tekućine bez zaštite od mraza

Ispitivanje svježeg vode i rashladne tekućine može se naručiti od tvrtke MTU. Treba dostaviti najmanje 0,25 l.

Dopuštene koncentracije sredstva za zaštitu od mraza

	Minimum			Maksimum
Sredstvo za zaštitu od mraza na bazi etilen-glikola	35 vol.-%	40 vol.-%	45 vol.-%	50 vol.-%
Sa zaštitom od mraza do*	-20 °C	-25 °C	-31 °C	-37 °C
BASF G206	65 vol.-% za primjenu pri vanjskim temperaturama do -65 °C u arktičkim regijama			
* = Podaci o zaštiti od mraza prema ASTM D 1177				

Tabela 17: Dopuštene koncentracije sredstva za zaštitu od mraza

Važno
Nakon ispiranja optoka rashladne tekućine motora koncentracija sredstva za zaštitu od mraza ne smije biti ispod 35 vol.-%.

Sredstva za zaštitu od mraza miješaju se sa svježom vodom, u koncentraciji od najmanje 35 vol.-%, ako je zaštita od mraza smrzavanja do - 20 °C dovoljna. Ako se očekuju niže temperature okoline, koncentraciju treba u skladu s tim povećati. Ali nipošto na vrijednosti koje prelaze 50 vol.-%.

Smjese u kojima je udio sredstva za zaštitu od mraza ispod 35 vol.-% ne jamče dovoljnu zaštitu od korozije.

Pripremljenu vodu treba upotrebljavati pri ljetnom i zimskom radu. Gubitke rashladne tekućine treba tako ujednačiti da koncentracija sredstva za zaštitu od mraza ostane ista.

Dopuštene koncentracije – rashladne tekućine bez zaštite od mraza za sve primjene

Dopušteno područje koncentracije	Proizvođač	Naziv marke	Vrijednost očitavanja na ručnom refraktrometru ¹⁾ pri 20 °C (= Brix broj) Vol.-%					
			7	8	9	10	11	12
			9 do 11 vol.-%	MTU Friedrichshafen	Coolant CS 100 Corrosion Inhibitor Concentrate	3,5	4,0	4,5
		Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	MTU America	Power Cool® Plus 6000	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Arteco	Freecor NBI	Upotrebljavajte testni komplet proizvođača					
	BASF SE	Glyscorr G93 green	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	CCI Corporation	A 216	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Chevron	Texcool A-200	Upotrebljavajte testni komplet proizvođača					
	Detroit Diesel Corporation	Power Cool Plus 6000	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Drew Marine	Drewgard XTA	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Ginouves	York 719	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	4,9	5,6	6,3	7,0	7,7	8,4
	Valvoline	Zerex G-93	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

¹⁾ = Određivanje koncentracije pomoću odgovarajućeg ručnog refraktometra

Tabela 18: Dopuštene koncentracije – rashladne tekućine bez zaštite od mraza za sve primjene

Ručni refraktometar treba kalibrirati čistom vodom na temperaturi rashladne tekućine. Temperatura rashladne tekućine treba iznositi 20 °C. Potrebno je pridržavati se podataka proizvođača.

Važno

Nakon ispiranja optoka rashladne tekućine motora koncentracija sredstva za zaštitu od korozije ne smije biti ispod 9 vol.-%.

Dopuštene koncentracije – dodatne rashladne tekućine bez zaštite od mraza isključivo za brodsku primjenu (bez lakih metala)

Dopušteno područje koncentracije	Proizvođač	Naziv marke	Vrijednost očitavanja na ručnom refraktrometru ¹⁾ pri 20 °C (= Brix broj) Vol.-%					
			7	8	9	10	11	12
7 do 11 vol.-%	Arteco	Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor XLI [EU 32765]	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
	Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3443	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
		Alfloc (Maxitreat) 3477	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3,0
	PrixMax Australia Pty. Ltd.	PrixMax RCP	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4
Total	WT Supra	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	
5 do 6 vol.-%	Fleetguard	DCA-4L	Upotrebljavajte testni komplet proizvođača					
3 do 4 Vol.-%	Detroit Diesel Corporation	Power Cool 2000	Upotrebljavajte testni komplet proizvođača					
	Nalco	Alfloc 2000						
		Nalco 2000						
		Nalcool 2000						
		Trac 102						
Penray	Pencool 2000							

¹⁾ = Određivanje koncentracije pomoću odgovarajućeg ručnog refraktometra

Tabela 19: Dopuštene koncentracije – dodatne rashladne tekućine bez zaštite od mraza isključivo za brodsku primjenu (bez lakih metala)

Ručni refraktometar treba kalibrirati čistom vodom na temperaturi rashladne tekućine. Temperatura rashladne tekućine treba iznositi 20 °C. Potrebno je pridržavati se podataka proizvođača.

Dopuštene koncentracije – sredstva za zaštitu od mraza na bazi etilen-glikola

Određivanje koncentracije izvodi se s pomoću odgovarajućeg refraktometra za mjerenje glikola i izravnog očitavanja vrijednosti na skali u vol.-%.

Baždarna tablica za sredstvo za zaštitu od mraza za posebne primjene

Očitana vrijednost na ručnom refraktrometru na 20 °C (=Brix broj)		Odgovara koncentraciji od
I. Sredstvo za zaštitu od mraza na bazi propilen-glikola	II. BASF G206	
26,3	24,8	35 vol.-%
26,9	25,5	36 vol.-%
27,5	26,1	37 vol.-%
28,2	26,7	38 vol.-%
28,8	27,4	39 vol.-%
29,5	28,0	40 vol.-%
30,1	28,6	41 vol.-%

TIM-ID: 0000078628 - 001

Očitana vrijednost na ručnom refraktometru na 20 °C (=Brix broj)		Odgovara koncentraciji od
I. Sredstvo za zaštitu od mraza na bazi propilenglikola	II. BASF G206	
30,8	29,2	42 vol.-%
31,3	29,8	43 vol.-%
31,9	30,4	44 vol.-%
32,5	30,9	45 vol.-%
33,1	31,5	46 vol.-%
33,7	32,1	47 vol.-%
34,2	32,6	48 vol.-%
34,8	33,2	49 vol.-%
35,3	33,8	50 vol.-%
	34,4	51 vol.-%
	34,9	52 vol.-%
	35,5	53 vol.-%
	36,1	54 vol.-%
	36,7	55 vol.-%
	37,2	56 vol.-%
	37,8	57 vol.-%
	38,3	58 vol.-%
	38,9	59 vol.-%
	39,4	60 vol.-%
	39,9	61 vol.-%
	40,5	62 vol.-%
	41,0	63 vol.-%
	41,5	64 vol.-%
	42,0	65 vol.-%

Tabela 20: Baždarna tablica za sredstvo za zaštitu od mraza za posebne primjene

Granične vrijednosti za rashladne tekućine

pH vrijednost prilikom uporabe		
- Sredstva za zaštitu od mraza	min. 7,5	maks. 9,0
- Rashladne tekućine bez zaštite od mraza za motore koji sadrže lake metale	min. 7,5	maks. 9,0
- Rashladne tekućine bez zaštite od mraza za motore bez lakih metala	min. 7,5	maks. 11,0
Silicija (vrijedi za rashladne tekućine koje sadrže silicij)	min. 25 mg/l	

Važno

Za cjelovitu procjenu funkcionalnosti rashladne tekućine treba uz gore navedene granične vrijednosti uzeti u obzir i karakteristične podatke specifične za rashladnu tekućinu kao i kvalitetu korištene svježe vode.

3.1.3 Stabilnost skladištenja koncentrata rashladnih tekućina

Podaci o stabilnosti skladištenja temelje se na originalnoj i hermetički zatvorenoj ambalaži pri temperaturi skladištenja do maks.. 30 °C.

Obratite pozornost na podatke proizvođača.

Koncentrat rashladne tekućine	Granična vrijednost	Naziv marke / napomene
Sredstvo za zaštitu od mraza	oko 3 godine	Obratite pozornost na podatke proizvođača
Proizvodi koji sadrže propilen glikol	3 godine	BASF G206
Rashladne tekućine bez zaštite od mraza	6 mjeseci	Nalco Trac 102
	2 godine	Arteco Freecor NBI Chevron Texcool A-200 Detroit Diesel Corp. Power Cool 2000 Nalco Alfloc 2000 Nalco Nalcool 2000 Nalco Nalco 2000 Penray Pencool 2000 PrixMax RCP
	3 godine	BASF Glyscorr G93 green Drew Marine Drewgard XTA Ginouves York 719 MTU Friedrichshafen Coolant CS100 MTU America Power Cool® Plus 6000 Nalco Alfloc (Maxitreat) 3477 Valvoline ZEREX G-93
	5 godina	Arteco Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor XLI [EU 032765] BP Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor CCI Corporation A216 CCI Manufacturing IL A216 Chevron Texaco Extended Life Corrosion Inhibitor Nitrite Free [US 236514] Detroit Diesel Corp. Power Cool Plus 6000 ExxonMobil Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor Fleetguard DCA-4L Old World Industries Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A216) Total WT Supra

Tabela 21: Stabilnost skladištenja koncentrata rashladnih tekućina

Važno
<ul style="list-style-type: none"> • Skladištiti se ne smije u pocinčanim posudama radi zaštite od korozije. To treba imati na umu kod mogućih zahtjeva za pretakanje. • Hermetički zatvorene posude treba skladištiti na hladnom i suhom mjestu. Zimi treba paziti na zaštitu od smrzavanja. • Ostale informacije možete pronaći u listovima proizvoda i sigurnosno-tehničkim listovima pojedinačnih rashladnih tekućina.

3.1.4 Dodaci za boje za otkrivanje propusnih mjesta u optoku rashladne tekućine

Fluorescentno bojilo navedeno u nastavku odobreno je kao dodatak za rashladnu tekućinu bez zaštite od mraza i sredstvo za zaštitu od mraza za otkrivanje curenja.

Proizvođač	Opis proizvoda	Broj materijala	Veličina pakiranja	Stabilnost skladištenja ¹⁾
Chromatech Inc. Chromatech Europe B.V.	D11014 Chromatint Uranine Conc	X00066947	20 kg	2 godine

Tabela 22: Odobreni dodaci za boje

¹⁾ = odnosi se na originalnu i hermetički zatvorenu ambalažu pri skladištenju bez opasnosti od smrzavanja (> 5 °C)

Primjena:

Treba dodati oko 40 g bojila na 180 l rashladne tekućine.

Ova količina bojila je dostatna i ne smije se prekoračiti.

Fluorescencija (žuti ton boje) jasno je vidljiva na danjem svjetlu. U mračnim prostorijama može se rabiti UV svjetlost valne duljine od 365 nm.

3.1.5 Izbjegavanje oštećenja u rashladnom sustavu

- Pri dolijevanju (nakon potrošene rashladne tekućine) treba paziti da se ne dolije samo voda, nego i koncentrat. Propisana zaštita od smrzavanja odnosno zaštita od korozije mora biti postignuta.
- Ne upotrebljavajte više od 50 vol.-% Upotrebljavajte sredstvo za zaštitu od mraza. U suprotnom se smanjuje svojstvo zaštite od smrzavanja i odvođenje topline. Jedina iznimka: BASF G206 (posebna primjena)
- U rashladnoj tekućini ne smije biti ostataka ulja niti bakra (u krutom ili otopljenom stanju).
- Trenutno dopuštena sredstva za zaštitu od korozije za unutarnje konzerviranje optoka rashladne tekućine pretežno su na bazi vode i ne pružaju zaštitu od mraza. Budući da nakon ispuštanja medija u motoru još ima preostalih količina, treba paziti da se konzervirani motori skladište tako da su zaštićeni od smrzavanja.
- Optok rashladne tekućine ne može se u pravilu potpuno isprazniti, tj. preostale količine rabljene rashladne tekućine odnosno svježje vode za ispiranje ostaju u motoru. Te preostale količine mogu izazvati efekt razrjeđivanja kod rashladne tekućine koju treba uliti (pomiješana s koncentratom odnosno uporaba gotove mješavine). Taj efekt razrjeđivanja bit će veći što se više priključenih dijelova nalazi na motoru. Treba imati na umu provjeru i po potrebi prilagođavanje koncentracije rashladne tekućine u optoku rashladne tekućine.

Važno

Sve rashladne tekućine odobrene u ovom propisu o radnim materijalima načelno se odnose na optoke rashladne tekućine motora MTU / sustava. Kod čitavih pogonskih uređaja dodatno je potrebno pridržavati se odobrenja radnih materijala proizvođača komponenti.

Važno

Zbog zaštite od korozije nije dopušteno stavljanje motora sa svježom vodom u pogon, bez dodatka odobrenog inhibitora za zaštitu od korozije.

3.1.6 Neprikladni materijali u optoku rashladne tekućine

Komponente od bakra, cinka i mesinga

Komponente od bakra, cinka i mesinga ili s pocinčanim površinama u optoku rashladne tekućine (uklj. dovod i odvod) mogu prouzročiti elektrokemijsku reakciju ako se ne pridržavate raznih preuvjeta, u kombinaciji s neplemenitim metalima (n pr. aluminij). Posljedično, komponente od neplemenitih vrsta metala mogu postati podložne koroziji ili čak rupičastoj koroziji. Optok rashladne tekućine postaje propustan na tim mjestima.

Nemetalni materijali

- Nemojte upotrebljavati EPDM i silikonske elastomere, ako se upotrebljavaju emulzijska ulja za zaštitu od korozije odn. druga ulja u optoku rashladne tekućine.

Filtar rashladne vode / filtari prema komponentama postrojenja

- Ako se upotrebljavaju filtri te vrste, smiju se upotrebljavati samo proizvodi koji ne sadržavaju dodatke. Aditivi kao što su silikati, nitriti itd. mogu umanjiti zaštitno djelovanje odn. životni vijek rashladne tekućine i eventualno dovesti do ugrožavanja materijala ugrađenih u optok rashladne vode.

Informacija:

U slučaju nejasnoća pri uporabi materijala na motoru i priloženim dijelovima / komponentama u optoku rashladne tekućine potrebno je posavjetovati se s odgovarajućim MTU odjelom.

3.1.7 Zahtjevi za svježu vodu BR4000

Za pripremu rashladne tekućine sa ili bez zaštite od mraza smije se rabiti samo čista i bistra voda s vrijednostima iz tablice u nastavku. Ako se prekorače granične vrijednosti za vodu, može se dodati desalinizirana voda kako bi se smanjila tvrdoća vode odn. udio soli.

Parametar	Minimum	Maksimum
Zbroj zemnoalkalijskih metala *) (tvrdoća vode)	0 mmol/l 0°d	2,7 mmol/l 15°d
pH vrijednost pri 20 °C	5,5	8,0
Klorid-ioni		100 mg/l
Sulfatni ioni		100 mg/l
Zbroj aniona		200 mg/l
Bakterije		10 ³ KBE (jedinice koje tvore kolonije)/ml
Gljivice, kvaščeve gljivice	nisu dopuštene	

Tabela 23: Zahtjevi za svježu vodu BR4000

*) Uobičajene oznake za tvrdoću vode u raznim zemljama:

1 mmol/l = 5,6°d = 100 mg/kg CaCO₃

- 1°d = 17,9 mg/kg CaCO₃, američka tvrdoća
- 1°d = 1,79° francuska tvrdoća
- 1°d = 1,25° engleska tvrdoća

3.1.8 Zahtjevi za svježu vodu BR400

Za pripremu rashladne tekućine smije se rabiti samo čista i bistra voda s vrijednostima iz tablice u nastavku. Ako se prekorače granične vrijednosti za vodu, može se dodati desalinizirana voda kako bi se smanjila tvrdoća vode odn. udio soli.

Opći zahtjevi	Prozirno, bezbojno, ne sadrži neotopljene tvari	
pH vrijednost (25 °C)	7,4 do 8,5	
Sposobnost provođenja električne struje (25 °C)	< 300	μS/cm
Zbroj zemnoalkalijskih metala	0,9 do 1,3 5 do 7	mmol/l °dH
Kloridi	< 80	mg/l
Sulfati	< 70	mg/l
Željezo	< 0,2	mg/l
Bakterije	< 10 ³	KBE (jedinice koje tvore kolonije)/ml
Gljivice, kvaščeve gljivice	nisu dopuštene	

Tabela 24: Zahtjevi za svježu vodu BR400

3.2 Plinski motor BR4000 - brodska primjena

3.2.1 Rashladne tekućine - općenito

Važno

Promjena rashladne tekućine ovisi o vremenu rada (sati/godina) motora, ovisno koje se vrijeme rada najprije dosegne.

Radni sati = vrijeme zagrijavanja + vrijeme rada motora

Važno

Svi se podaci odnose na optok rashladne tekućine motora, vanjski priključeni dijelovi ne uzimaju se u obzir.

Važno

Kod optoka rashladne tekućine motora, koji ne sadrži lake metale, ali kod priključenih dijelova koji sadrže lake metale (n pr. vanjski sustav za hlađenje) preporučuju se odobrenja rashladne tekućine za rashladne sustave koji sadrže lake metale. U slučaju nejasnoća pri uporabi rashladne tekućine potrebno je posavjetovati se s osobom za kontakt poduzeća MTU.

Važno

U slučaju primjene neodobrenih proizvoda jamstvo prestaje vrijediti.

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju "Općenito" (→ Stranica 24) i "Neprikladni materijali u optoku rashladne tekućine" (→ Stranica 33).

Eventualno drukčiji posebni dogovori između klijenta i MTU Friedrichshafen GmbH ostaju i dalje na snazi.

3.2.2 Rashladne tekućine bez zaštite od mraza – koncentracije za rashladne sustave bez lakih metala

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju “Rashladne tekućine” (→ Stranica 24)

Rashladne tekućine bez zaštite od mraza – koncentracije

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6000 / 2	X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1000 l) može se dobiti i preko MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool® Plus 6000 Concentrate		X				6000 / 2	zelena boja 23533526 (1 galon) 23533527 (5 galona) može se dobiti preko MTU America
Arteco NV	Freecor NBI		X				6000 / 2	
	Havoline Extended Life Corrosion Inhibitor [EU Code 32765] (XLI)	X					6000 / 2	
BASF SE	Glysacorr G93 green		X				6000 / 2	X00054105 (bačva) X00058062 (kanistar)
BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
CCI Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	
CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	X00051509 (208 l)
Chevron Corp.	Texcool A - 200		X				6000 / 2	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus 2000		X	X			6000 / 2	
	Power Cool Plus 6000	X				X	6000 / 2	crvena boja
Drew Marine	Drewgard XTA		X				6000 / 2	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
Fleetguard	DCA-4L		X	X	X		2000 / 1	
Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3477	X					6000 / 2	
	Alfloc 2000		X	X			6000 / 2	
	Nalco 2000		X	X			6000 / 2	
	Nalcool 2000		X	X			6000 / 2	
	Trac 102		X	X			6000 / 2	
Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	X				X	6000 / 2	
Penray	Pencool 2000		X	X			6000 / 2	

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
PrixMax Australia Pty. Ltd.	PrixMax RCP	X					6000 / 2	
Total	Total WT Supra	X					6000 / 2	
Valvoline	Zerex G-93		X				6000 / 2	
YORK SAS	York 719		X				6000 / 2	

Tabela 25:

3.2.3 Rashladne tekućine bez zaštite od mraza – gotove smjese za rashladne sustave bez lakih metala

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju “Rashladne tekućine” (→ Stranica 24)

Rashladne tekućine bez zaštite od mraza – gotove smjese

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS 10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6000 / 2	X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1000 l) (Prodajno područje: Italija)
Nalco	Alfloc (Maxitreat) 3443 (7 %)	X					6000 / 2	

Tabela 26:

3.2.4 Sredstva za zaštitu od mraza – koncentracije za rashladne sustave bez lakih metala

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju "Rashladne tekućine" (→ Stranica 24).

Važno
Kod brodskih motora je dopuštena uporaba sredstava za zaštitu od mraza samo pri temperaturi morske vode do najviše 25 °C. To vrijedi za sve motore koji se hlade morskom vodom.

Sredstva za zaštitu od mraza – koncentracije

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9000 / 5	X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) može se dobiti i preko MTU Asia
Avia Mineralöl AG	Antifreeze APN	X	X				9000 / 5	
	Antifreeze APN-S	X					9000 / 3	
BASF SE	Glysantin G48 bue green	X	X				9000 / 5	X00058054 (25 l) X00058053 (210 l)
	Glysantin G30 pink	X					9000 / 3	X00058072 (kanistar) X00058071 (bačva)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect	X	X				9000 / 5	
BP Lubricants	ARAL Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Castrol Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48	X	X				9000 / 5	
Castrol	Castrol Radicool NF	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L415	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C521	X				X	9000 / 3	
Classic Schmierstoff GmbH + Co. KG	Classic Kolda UE G48	X	X				9000 / 5	
Comma Oil & Chemicals Ltd.	Comma Xstream® G30® Antifreeze Coolant Concentrate	X					9000 / 3	
	Comma Xstream® G48® Antifreeze Coolant Concentrate	X	X				9000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Coolant	X				X	9000 / 3	

TIM-ID: 0000080984 - 001

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Slicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Esso Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Esso Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30	X					9000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48	X	X				9000 / 5	
Fuchs Petrolub SE	Maintain Fricofin	X	X				9000 / 5	
	Maintain Fricofin G12 Plus	X					9000 / 3	X00058074 (kanistar) X00058073 (bačva)
Gaszpromneft Lubricants Ltd.	BELAZ G-Profi Antifreeze Red	X					9000 / 3	X00058075 (bačva)
Kuttenkeuler	Kuttenkeuler Antifreeze ANF KK48	X	X				9000 / 5	
	Glyostar® ST48	X	X				9000 / 5	
INA Maziva Ltd.	INA Antifriz AI Super	X	X				9000 / 5	
Mitan Mineralöl GmbH	Alpine C48	X	X				9000 / 5	
Nalco Australia	Nalcool NF 48 C	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Coolant Antifreeze	X				X	9000 / 3	
OMV	OMV Coolant Plus	X	X				9000 / 5	
	OMV Coolant SF	X					9000 / 3	
Panolin AG	Panolin Anti-Frost MT-325	X	X				9000 / 5	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Concentrate	X	X				9000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	Antigel Power Cooling Concentrate	X	X				9000 / 5	
Total	Glacelf MDX	X	X				9000 / 5	
Valvoline	Zerex G-48	X	X				9000 / 3	
	Zerex G-30	X					9000 / 5	
YORK SAS	York 716	X	X				9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 K	X					9000 / 3	

Tabela 27:

3.2.5 Sredstva za zaštitu od mraza – koncentracije za posebne primjene

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju “Rashladne tekućine” (→ Stranica 24)

Koncentracije za posebne primjene

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
BASF SE	G206	X	X				9000 / 3	Za primjene u arktičkim područjima (< -40 °C)

Tabela 28:

3.2.6 Sredstva za zaštitu od mraza – gotove smjese za rashladne sustave bez lakih metala

Sredstva za zaštitu od mraza – gotove smjese

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju "Rashladne tekućine" (→ Stranica 24).

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1000 l) (Prodajno područje: Italija)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (Prodajno područje: Engleska, Španjolska)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (Prodajno područje: Engleska)
	Coolant RM 30 (40 %)	X					9000 / 3	X00073922 (20 l) X00073916 (205 l) X00073923 (1000 l)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9000 / 5	800085 (5 galona) 800086 (55 galona)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9000 / 5	800071 (5 galona) 800084 (55 galona)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9000 / 5	X00049213 (210 l)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9000 / 3	Zaštita od mraza do -24 °C
BP Lubricants	Castrol Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48 ready to use (50/50)	X	X				9000 / 5	
Castrol	Castrol Radicool NF Premix (45 %)	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L 415 (50 %)	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C 521 (50 %)	X				X	9000 / 3	
Cepsa Comercial Petróleo S.A.U	Xtar Super Coolant Hybrid NF 50 %	X	X				9000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30 RM 40:60 +	X					9000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48 RM 50:50	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Prediluted Coolant / Antifreeze (50/50)	X				X	9000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Ready-to-Use (50/50)	X	X				9000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	L.R.-30 Power Cooling (44 %)	X	X				9000 / 5	
	L.R.-38 Power Cooling (52 %)	X	X				9000 / 5	
Total	Coolelf MDX (-26 °C)	X	X				9000 / 5	
Tosol-Sinzez	Glystantin Alu Protect/G30 Ready Mix	X					9000 / 3	
	Glystantin Protect Plus/G48 Ready Mix	X	X				9000 / 5	
Valentin Energie GmbH	Valentin Coolant Plus -25 °C Ready	X					9000 / 3	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 (50 %)	X					9000 / 3	

Tabela 29:

3.3 Plinski motor BR4000 – primjena generatora i agregat generatora

3.3.1 Rashladne tekućine – općenito

Važno

Promjena rashladne tekućine ovisi o vremenu rada (sati/godina) motora, ovisno koje se vrijeme rada najprije dosegne.

Radni sati = vrijeme zagrijavanja + vrijeme rada motora

Važno

Svi se podaci odnose na optok rashladne tekućine motora, vanjski priključeni dijelovi ne uzimaju se u obzir.

Važno

Kod optoka rashladne tekućine motora, koji ne sadrži lake metale, ali kod priključenih dijelova koji sadrže lake metale (n pr. vanjski sustav za hlađenje) preporučuju se odobrenja rashladne tekućine za rashladne sustave koji sadrže lake metale. U slučaju nejasnoća pri uporabi rashladne tekućine potrebno je posavjetovati se s osobom za kontakt poduzeća MTU.

Važno

U slučaju primjene neodobrenih proizvoda jamstvo prestaje vrijediti.

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju "Općenito" (→ Stranica 24) i "Neprikladni materijali u optoku rashladne tekućine" (→ Stranica 33).

Eventualno drukčiji posebni dogovori između klijenta i MTU Friedrichshafen GmbH ostaju i dalje na snazi.

3.3.2 Rashladne tekućine bez zaštite od mraza – koncentracije za rashladne sustave koji sadrže lake metale

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju "Rashladne tekućine" (→ Stranica 24).

Rashladne tekućine bez zaštite od mraza – koncentracije

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS100 Corrosion Inhibitor Concentrate		X				6000 / 2	X00057233 (20 l) X00057232 (210 l) X00070455 (1000 l) može se dobiti i preko MTU Asia
MTU America Inc.	Power Cool® Plus 6000 Concentrate		X				6000 / 2	zelena boja 23533526 (1 galon) 23533527 (5 galona) može se dobiti preko MTU America
Arteco NV	Freecor NBI		X				6000 / 2	
BASF SE	Glyscorr G93 green		X				6000 / 2	X00054105 (bačva) X00058062 (kanistar)
BP Lubricants	Castrol Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
CCI Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	
CCI Manufacturing IL Corporation	A 216	X				X	6000 / 2	X00051509 (208 l)
Chevron Corp.	Texcool A - 200		X				6000 / 2	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus 6000	X				X	6000 / 2	crvena boja
Drew Marine	Drewgard XTA		X				6000 / 2	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Corrosion Inhibitor	X				X	6000 / 2	
Old World Industries Inc.	Final Charge Extended Life Corrosion Inhibitor (A 216)	X				X	6000 / 2	
Valvoline	Zerex G-93		X				6000 / 2	
YORK SAS	York 719		X				6000 / 2	

Tabela 30:

3.3.3 Rashladne tekućine bez zaštite od mraza – gotove smjese za rashladne sustave koji sadrže lake metale

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju “Rashladne tekućine” (→ Stranica 24).

Rashladne tekućine bez zaštite od mraza – gotove smjese

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant CS10/90 Corrosion Inhibitor Premix		X				6000 / 2	X00069385 (20 l) X00069386 (210 l) X00069387 (1000 l) (Prodajno područje: Italija)

Tabela 31:

3.3.4 Sredstva za zaštitu od mraza – koncentracije za rashladne sustave koji sadrže lake metale

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju "Rashladne tekućine" (→ Stranica 24).

Sredstva za zaštitu od mraza – koncentracije

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH100 Antifreeze Concentrate	X	X				9000 / 5	X00057231 (20 l) X00057230 (210 l) X00068202 (1000 l) može se dobiti i preko MTU Asia
Avia Mineralöl AG	Antifreeze APN	X	X				9000 / 5	
	Antifreeze APN-S	X					9000 / 3	
BASF SE	Glysantin G05		X	X			9000 / 5	
	Glysantin G48 bue green	X	X				9000 / 5	X00058054 (25 l) X00058053 (210 l)
	Glysantin G30 pink	X					9000 / 3	X00058072 (kanistar) X00058071 (bačva)
	Glysantin G40 pink (Konzentrat)	X	X				9000 / 3	X00066724 (20 l) X00066725 (210 l) Konzentracija za primjenu 40 do 50 vol%
BayWa AG	Tectrol Coolprotect	X	X				9000 / 5	
BP Lubricants	ARAL Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Castrol Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48	X	X				9000 / 5	
	Motorex Coolant M 4,0 Concentrate	X	X				9000 / 3	Konzentracija za primjenu 40 do 50 vol%
Castrol	Castrol Radicool NF	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L415	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C521	X				X	9000 / 3	
Clariant	Genantin Super		X	X			9000 / 3	
Classic Schmierstoff GmbH + Co. KG	Classic Kolda UE G48	X	X				9000 / 5	
Comma Oil & Chemicals Ltd.	Comma Xstream® G30® Antifreeze Coolant Concentrate	X					9000 / 3	
	Comma Xstream® G48® Antifreeze Coolant Concentrate	X	X				9000 / 5	

TIM-ID: 0000080987 - 001

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Antifreeze		X	X			9000 / 3	
	Power Cool Plus Coolant	X				X	9000 / 3	
	Power Cool Diesel Engine Coolant		X	X			9000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Mobil Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
	Mobil Antifreeze Special		X	X			9000 / 5	
	Mobil Heavy Duty Coolant		X	X			9000 / 3	
	Mobil Mining Coolant		X	X			9000 / 3	
	Esso Antifreeze Advanced	X					9000 / 3	
	Esso Antifreeze Extra	X	X				9000 / 5	
Finke Mineralölwerke GmbH	AVIATICON Fincofreeze F30	X					9000 / 3	
	AVIATICON Fincofreeze F48	X	X				9000 / 5	
Fuchs Petrolub SE	Maintain Fricofin	X	X				9000 / 5	
	Maintain Fricofin G12 Plus	X					9000 / 3	X00058074 (kanistar) X00058073 (bačva)
Gazpromneft Lubricants Ltd.	Belaz G-Profi Antifreeze Red	X					9000 / 3	
Krafft S.L.U	Refrigerante ACU 2300		X	X			9000 / 3	X00058075 (bačva)
Kuttenkeuler	Kuttenkeuler Antifreeze ANF KK48	X	X				9000 / 5	
	Glyostar® ST48	X	X				9000 / 5	
INA Maziva Ltd.	INA Antifriz AI Super	X	X				9000 / 5	
Mitan Mineralöl GmbH	Alpine C48	X	X				9000 / 5	
Nalco	Nalcool 5990	X	X				9000 / 3	
Nalco Australia	Nalcool NF 48 C	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Coolant	X				X	9000 / 3	
	Fleetcharge SCA Precharged Coolant/ Antifreeze		X	X			9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Coolant Antifreeze	X				X	9000 / 3	
OMV	OMV Coolant Plus	X	X				9000 / 5	
	OMV Coolant SF	X					9000 / 3	
Panolin AG	Panolin Anti-Frost MT-325	X	X				9000 / 5	
Penske Power Systems	Power Cool - HB500 Coolant Concentrate	X	X				9000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Concentrate	X	X				9000 / 3	

TIM-ID: 000.000987 - 001

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
Recochem Inc.	R542	X	X				9000 / 3	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	Antigel Power Cooling Concentrate	X	X				9000 / 5	
Total	Glacelf MDX	X	X				9000 / 5	
Valvoline	Zerex G-05		X	X			9000 / 5	
	Zerex G-48	X	X				9000 / 3	
	Zerex G-30	X					9000 / 5	
	Zerex G-40	X	X				9000 / 3	Koncentracija za primjenu 40 do 50 vol% Broj artikla: 800 180
YORK SAS	York 716	X	X				9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 K	X					9000 / 3	

Tabela 32:

3.3.5 Sredstva za zaštitu od mraza – koncentracije za posebne primjene

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju “Rashladne tekućine” (→ Stranica 24)

Koncentracije za posebne primjene

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
BASF SE	G206	X	X				9000 / 3	Za primjene u arktičkim područjima (< -40 °C)

Tabela 33:

3.3.6 Sredstva za zaštitu od mraza – gotove smjese za rashladne sustave koji sadrže lake metale

Pojedinosti i posebnosti pogledajte u poglavlju "Rashladne tekućine" (→ Stranica 24).

Sredstva za zaštitu od mraza – gotove smjese

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant AH 35/65 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00069382 (20 l) X00069383 (210 l) X00069384 (1000 l) (Prodajno područje: Italija)
	Coolant AH 40/60 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070533 (20 l) X00070531 (210 l) X00070532 (1000 l) (Prodajno područje: Engleska, Španjolska)
	Coolant AH 50/50 Antifreeze Premix	X	X				9000 / 5	X00070528 (20 l) X00070530 (210 l) X00070527 (1000 l) (Prodajno područje: Engleska)
	Coolant RM30 (40%)	X					9000 / 3	X00073922 (20 l) X00073916 (205 l) X00073923 (1000 l)
MTU America Inc.	Power Cool® Universal 35/65 mix	X	X				9000 / 5	800085 (5 galona) 800086 (55 galona)
	Power Cool® Universal 50/50 mix	X	X				9000 / 5	800071 (5 galona) 800084 (55 galona)
	Power Cool® Off-Highway Coolant 50/50 Premix		X	X			9000 / 5	23533531 (5 galona) 23533532 (55 galona)
Bantleon	Avilub Antifreeze Mix (50 %)	X	X				9000 / 5	X00049213 (210 l)
BayWa AG	Tectrol Coolprotect Mix 3000	X					9000 / 3	Zaštita od mraza do -24 °C
BP Lubricants	Castrol Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Bucher AG Langenthal	Motorex Coolant G48 ready to use (50/50)	X	X				9000 / 5	
	Motorex Coolant M 4,0 ready to use	X	X				9000 / 3	Zaštita od mraza do -38 °C
Castrol	Castrol Radicool NF Premix (45 %)	X	X				9000 / 5	
CCI Corporation	L 415 (50 %)	X				X	9000 / 3	
CCI Manufacturing IL Corporation	C 521 (50 %)	X				X	9000 / 3	

Proizvođač	Naziv marke	Inhibitori					Vrijeme rada Sat / godina	Napomene / broj materijala
		Organski	Silicij	Nitrit	Fosfat	Molibdat		
Cespa Comercial Petróleo S.A.U.	Xtar Super Coolant Hybrid NF 50%	X	X				9000 / 5	
Detroit Diesel Corp.	Power Cool Plus Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Power Cool Prediluted (50/50) Diesel Engine Coolant		X	X			9000 / 3	
ExxonMobil	Mobil Delvac Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
Finke Mineralölwerk GmbH	AVIATICON Finkofreeze F30 RM 40:60 +	X					9000 / 3	
	AVIATICON Finkofreeze F48 RM 50:50	X	X				9000 / 5	
Old World Industries Inc.	Blue Mountain Heavy Duty Extended Life Prediluted Coolant (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Final Charge Global Extended Life Prediluted Coolant / Antifreeze (50/50)	X				X	9000 / 3	
	Fleet Charge SCA Precharged 50/50 Prediluted Coolant		X	X			9000 / 3	
Penske Power Systems	Power Cool - HB500 Premix 50/50	X	X				9000 / 3	
Raloy Lubricantes	Antifreeze Long Life NF-300 Ready-to-Use (50/50)	X	X				9000 / 5	
SMB - Sotragal / Mont Blanc	L.R.-30 Power Cooling (44 %)	X	X				9000 / 5	
	L.R.-38 Power Cooling (52 %)	X	X				9000 / 5	
Tosol-Sintez	Glysantin Alu Protect/G30 Ready Mix	X					9000 / 3	
	Glysantin Protect Plus/G48 Ready Mix	X	X				9000 / 5	
Total	Coolelf MDX (-26 °C)	X	X				9000 / 5	
Valentin Energie GmbH	Valentin Coolant Plus -25 °C Ready	X					9000 / 3	
Valvoline	Zerex G-05 50/50 Mix		X	X			9000 / 5	
ZAO Obninskorgsintez	Lukoil Antifreeze HD G12 (50 %)	X					9000 / 3	

Tabela 34:

3.4 Plinski motor BR400 - agregat generatora

3.4.1 Odobrene rashladne tekućine

Važno
U slučaju primjene neodobrenih proizvoda jamstvo prestaje vrijediti.

Sredstva za zaštitu od mraza – gotove smjese (bez silikata)

Proizvođač/dobavljač	Opis
MTU Friedrichshafen GmbH	Coolant RM 30*
BayWa AG	Tectrol Coolprotect MIX3000*
Montana	Kühlerfrostschutz BHKW -25°*
Valentin Energie GmbH	Coolant Plus -25° Ready*
* Produženi vijek trajanja	

Tabela 35:

Sredstva za zaštitu od mraza – koncentri

Proizvođač/dobavljač	Opis
BASF	Glysantin G30
Aral	Antifreeze Silikatfrei

Tabela 36:

Napomena o jamstvu

Strogo se preporučuje upotreba gotovih smjesa za zaštitu od mraza za rashladni sustav motora.

U slučaju upotrebe gotovih smjesa zajamčeno je sljedeće:

- Omjer vode naspram sredstva za zaštitu od mraza je ispravno namješten
- Upotrijebljena (svježa) voda nalazi se unutar specifikacija „Zahtjeva za rashladnu tekućinu motora“.

Samo ako se voda upotrebljava u skladu sa specifikacijama, moguće je jamčiti izdržljivost komponenti. U protivnom, na mnogim komponentama postoji opasnost od stvaranja naslaga koje dovode do smanjenja prijenosa topline, a time i do smanjenja funkcionalnosti (izmjenjivač topline) odn. do pregrijavanja komponenti.

Prilikom „samostalnog miješanja“ rashladnog sredstva

- moraju se upotrebljavati samo dopuštena sredstva za zaštitu od mraza koja ne sadrže silikat, u navedenom omjeru s vodom
- mora se potpisati obrazac koji potvrđuje da upotrijebljena voda ispunjava zahtjeve iz propisa o radnim materijalima

Koncentraciju treba redovito provjeravati u skladu s planom održavanja. Provjera rashladnog sredstva treba se obaviti najmanje jednom godišnje odn. prilikom svakog punjenja. Nakon 25.000 radnih sati ili najkasnije nakon 3 godine treba zamijeniti rashladno sredstvo zbog starenja.

4 Goriva

4.1 Općenito

4.1.1 Uporaba goriva

Važno

Trebate se pridržavati navedenih graničnih vrijednosti vlage u gorivu jer u suprotnom prestaje vrijediti jamstvo.

Važno

U gorivu ne smiju biti sadržani korozivni spojevi (n pr. siloksan, spojevi fosfora, arsena, teških metala, sumpora, amonijaka, klora, fluora, broma, joda).

Trebate se pridržavati navedenih graničnih vrijednosti jer u suprotnom prestaje vrijediti jamstvo.

Plinski se motori smiju pokretati isključivo plinovima odobrenim za odgovarajući tip plinskog motora.

Kod CNG pogona iz javne mreže prije puštanja motora u rad nadležni distributer plina treba potvrditi sljedeće:

- pridržavanje minimalnog metanskog broja navedenog u odgovarajućem tehničkom listu i raspona vrijednosti grijanja
- povremeno miješanje smjesa butana, propana i zraka
- mogućnost dovoda bioplina u mrežu zemnog plina (dogovor na zahtjev). Potrebna je analiza plina.

Mogućnost uporabe odobrenih vrsta plina treba provjeriti najmanje svakih šest mjeseci analizom plina. Na taj se način mogu prepoznati sljedeće promjene i poduzeti mjere:

- Sastav plina
- Štetni tvari u plinu

Uporaba goriva ograničava se u čitavom području primjene i rada motora na čista plinovita goriva. Nisu dopuštena tekuća goriva.

Gorivo mora biti tehnički čisto od magle, prašine i tekućine. Potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere sprječavanja kondenzacije u plinskom sustavu (odvlaživanje, zaštita od hlađenja, zagrijavanje i sl.). Korozivni sastavni dijelovi smiju biti sadržani samo u koncentracijama navedenim u nastavku (→ Stranica 56).

Ako se kvaliteta sirovog plina nalazi iznad navedene granične vrijednosti sumpora, potrebno je instalirati sustav za odsumporavanje koji je usklađen s kvalitetom plina postrojenja.

4.1.2 Glavne komponente zemnog plina i gorivih plinova biogenog porijekla

Općenita ograničenja za glavne komponente zemnog plina i gorivih plinova biogenog porijekla

Upitne komponente za plinske motore navedene su u tablicama u nastavku:

- Općenita ograničenja za glavne komponente zemnog plina(→ Tabela 37)
- Općenita ograničenja za glavne komponente gorivih plinova biogenog porijekla(→ Tabela 38)

Glavne komponente zemnog plina

Komponenta	Jedinica	Raspon vrijednosti (maksimalna vrijednost)
CH ₄	Vol.-%	80 do 100
C ₂ H ₆ (odn. zbroj C ₂ H _x)	Vol.-%	< 12
C ₃ H ₈ (odn. zbroj C ₃ H _x)	Vol.-%	< 9
C ₄ H ₁₀ (odn. zbroj C ₄ H _x)	Vol.-%	< 2
C ₅ H ₁₂	Vol.-%	< 0,3
Ugljikovodici C5+	Vol.-%	< 0,1
CO ₂	Vol.-%	< 10
N ₂	Vol.-%	< 15
Zbroj CO ₂ + N ₂	Vol.-%	< 15
O ₂	Vol.-%	< 3
H ₂	Vol.-%	< 2
CO	Vol.-%	< 0,2

Tabela 37:

Gore navedene komponente vrijede za sastave zemnog plina. Druge komponente od onih gore navedenih komponenti nisu uobičajene (osim tvari u tragovima) za sastave zemnog plina.

Ako komponente zemnog plina prelaze navedene maksimalne vrijednosti, treba uputiti zahtjev tvrtki MTU On-site Energy prije uporabe ovog zemnog plina.

Glavne komponente gorivih plinova biogenog porijekla, prije svega iz procesa fermentiranja (vrijednosti su navedene bez zraka)

Komponenta	Jedinica	Raspon vrijednosti (maksimalna vrijednost)
CH ₄	Vol.-%	40 do 85
CO ₂	Vol.-%	20 do 55
N ₂	Vol.-%	< 10
O ₂	Vol.-%	< 3
H ₂	Vol.-%	< 2
CO	Vol.-%	< 0,2

Tabela 38:

Gore navedene komponente vrijede za gorive plinove biogenog porijekla. Druge komponente od onih gore navedenih komponenti nisu uobičajene (osim tvari u tragovima) za takve gorive plinove.

Ako komponente gorivog plina prelaze navedene maksimalne vrijednosti, treba uputiti zahtjev tvrtki MTU On-site Energy prije uporabe ovog zemnog plina.

4.1.3 Liquid Natural Gas (LNG)

Napomene za Liquid Natural Gas (LNG)

Treba napomenuti da bilješka o isporuci LNG u IGF kodu identificira masene postotke komponenti. Ovaj prikaz znatno odstupa od standardnih prikaza u mol ili postotku volumena.

LNG spremnici smiju se napuniti LNG-om samo do 90% volumena spremnika. Svaki dovod topline u spremnik dovodi do isparavanja manje količine tekućeg LNG-a koji se zatim sakuplja u obliku plina u fazi "Boil Off". Sastav isparenog plina ovisi o sastavu tekuće faze. Udio N_2 faze Boil-Off može biti 20 puta veći od udjela dušika u tekućoj fazi. U pravilu ispareni plin može sadržavati 20 vol.-% dušika i 80 vol.-% metana te tragove etana.

LNG sukladno EN 1160 je ograničen na donju granicu metana od 75% masenog udjela i na gornju granicu dušika od 5% masenog udjela.

Radi izbjegavanja Rollover efekata preporučuje se uporaba LNG-a s udjelom dušika <1 ma.-%.

Rollover označava stvaranje pare i rast tlaka uslijed toga zbog brzog miješanja slojeva tekućine kada je pre-grijana tekućina u donjim slojevima u spremniku u odnosu na tlak plina u gornjem dijelu spremnika.

U LNG-u nema tragova ili ima samo tragova CO_2 jer je CO_2 pri temperaturi iznad $-56\text{ }^\circ\text{C}$ i kod standardnog tlaka od 5,2 bara u spremniku u krutom stanju. U normalnim uvjetima tlaka CO_2 sublimira pri $-78,5\text{ }^\circ\text{C}$.

4.1.4 Spojevi silicija i sumpora u gorivom plinu

Spojevi silicija u plinu dovode do taloženja i potiču trošenje. Zbog toga se deaktiviraju i katalizatori. Ne preuzimamo odgovornost za oštećenja prouzročena spojevima silicija i sumpora.

Za određivanje koncentracije Si u ulju za podmazivanje i njegove granične vrijednosti pogledajte poglavlje Maziva (→ Stranica 10).

Određivanje udjela silicija i udjela sumpora u gorivom plinu na temelju analize plina

Izmjerene koncentracije odn. udio sumpora pojedinih spojeva množe se sa Si, S masenim udjelima te se izračunava udio silicija odn. udio sumpora.

Rezultat se odnosi na vrijednost grijanja gorivog plina i normiran na 10 kWh udjela energije (odgovara 1 m³ i.N. CH₄).

Izmjereni udio silicija na temelju analize plina (odn. koncentracije sumpora)

Koncentracija silicija u kanalizacijskom plinu	K Si	5,1 mg/m ³ i.N.
CH ₄ udio kanalizacijskog plina	K CH ₄	65 vol.-%
Vrijednost grijanja kanalizacijskog plina	Hi _n	6,5 kWh/m ³ i.N.

Primjer: Izračunata koncentracija silicija ograničena na Hi_n = 10 kWh/m³i.N.

$$K_{Si} \text{ 10 (kW/m}^3\text{i.N.)} = K_{Si \text{ izmjeren}} \times \frac{H_{i \text{ izmjeren}}}{10 \text{ (kWh/m}^3\text{i.N.)}} =$$

$$5,1 \text{ (mg Si/m}^3 \text{ i.N.)} \times \frac{6,5}{10} = 3,3 \text{ (mg Si/m}^3 \text{ i.N.)}$$

4.2 Plinski motor BR4000 - brodska primjena

4.2.1 Općenito

Važno

Ne preuzimamo odgovornost za negativne utjecaje i/ili oštećenja (korozija, onečišćenja itd.) nastala zbog plinova ili tvari čija prisutnost pri sklapanju ugovora nije poznata i dogovorena.

4.2.2 Zahtjevi za gorivi plin

Zahtjevi i granični uvjeti za MTU plinske motore u brodskoj primjeni

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Vrsta plina		Prirodni plin	Vrijedi za zemni plin H, drugi plinovi trenutno nisu odobreni.
Metanski broj MZ	–	≥ 70	Ovisno o uzorku, snazi i potrošnji goriva mogu biti potrebne prilagodbe. Pridržavajte se uputa za uporabu (Tehn. podaci). Za niže vrijednosti je potrebno savjetovanje s proizvođačem kao i analiza plina. Smanjenje snage motora zbog nadzora lupanja. Metanski broj izračunat u skladu s normom DIN EN 16726.
Vrijednost grijanja $H_{i,n}$	kWh/m^3_n	$9,2 < H_{i,n} < 11,5$	U slučaju nižih i viših graničnih vrijednosti je potrebno savjetovanje s proizvođačem.
Wobbe indeks $W_{i,n}^{1), 2)}$	kWh/m^3_n	$11,77 < W_{i,n} < 14,18$	Wobbe indeks povezan je s vrijednošću grijanja. Wobbe indeks ne smije biti iznad ili ispod granice.
Dopuštena brzina izmjene vrijednosti grijanja ¹⁾	$\text{kWh}/\text{m}^3_n/\text{min}$	0,067	Potrebna linearna stalna izmjena s učestalošću izmjene 1/h
Gustoća plina ²⁾	kg/m^3_n	0,73 do 0,84	Gustoća plina može odstupati ovisno o sastavu, ona je konstantna za određenu vrstu plina. Pri uporabi plinova iz različitih područja opskrbe plinom može doći do promjena gustoće.
Minimalna vrijednost tlaka plina prije plinske rampe	bar(g)	0,5	Relevantna za prazni hod i malo opterećenje. Pridržavajte se specifikacije za plinsku rampu odgovarajućeg projekta / tipa motora.
Dopušteni raspon tlaka plina prije plinske rampe za punu snagu motora i sposobnost ubrzanja.	bar(g)	6,0...10,0	Pridržavajte se specifikacije za plinsku rampu odgovarajućeg projekta / tipa motora.
Odstupanje tlaka plina od namještene vrijednosti	bar	$\pm 0,5$	Namještena vrijednost tlaka plina prije plinske rampe ne smije biti ispod granice.
Dopuštena brzina izmjene tlaka plina prije plinske rampe	bar/s	0,3	Potrebna stalna izmjena, vrijedi za dinamičko i stacionarno stanje motora.

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Temperatura plina	°C	10...40	Kondenzacija vodene pare pri <10 °C, termičko starenje NBR materijala (brtvi, membrana) i utjecaj na elastično ponašanje pri višim temperaturama. Za pokretanje također vrijede najniže temperature. Pridržavajte se specifikacije za plinsku rampu odgovarajućeg projekta / tipa motora. Za niže i više graničnih vrijednosti je potrebno savjetovanje s proizvođačem.
Dopuštena brzina izmjene temperature plina	K/min	10	
Voda: temperatura rosišta	°C	0	Kod radnog tlaka. Nema kondenzacije vodene pare u rasponu tlaka i temperature. U slučaju viših vrijednosti potrebno je predvidjeti sušenje plina. Vrijedi za čitav raspon temperature plina.
Uljne pare (HC s brojem ugljika >5)	mg/m ³ _n	< 10	Nije dopuštena kondenzacija u vodovima koji provode gorivi plin i smjesu gorivog plina i zraka. Kao i stvaranje kondenzirajuće uljne izmaglice.
HC pare otapala	mg/m ³ _n	0	Potrebno savjetovanje s proizvođačem i analiza
Organski vezani silicij (n pr. silan, siloksan, silikon)	mg/m ³ _n CH ₄	< 1,0	Potrebno savjetovanje s proizvođačem i analiza
Anorganski vezani silicij	mg/m ³ _n	< 5	U slučaju Si >5 mg/m ³ _n u odnosu na 100% CH ₄ udjela gorivog plina treba uzeti u obzir potrošne proizvode u analizi ulja.
Prašina 3- 10 µm	mg/m ³ _n	< 5	DVGW radni list G260
Prašina < 3 µm	mg/m ³ _n	Analiza	Potrebna analiza
Sumporovodik	mg/kg	7	DIN 51624
Ukupni sumpor	mg/kg	10	DIN 51624
Klor	mg/m ³ _n	10 ³)	U slučaju viših vrijednosti potrebno savjetovanje s proizvođačem i analiza
Fluor	mg/m ³ _n	5 ³)	U slučaju viših vrijednosti potrebno savjetovanje s proizvođačem i analiza
Klor + fluor	mg/m ³ _n	10 ³)	U slučaju viših vrijednosti potrebno savjetovanje s proizvođačem i analiza
NH ₃	ppm	70 ³)	U slučaju viših vrijednosti potrebno savjetovanje s proizvođačem i analiza

Tabela 39:

- 1) = vrijednost grijanja
Količina topline, koja bi se oslobodila u zrak pri potpunom izgaranju zadane količine plina, pri čemu tlak p na kojem se odvija reakcija ostaje stalan i pri čemu se svi proizvodi izgaranja svode na istu temperaturu t kao na onu reakcije. Pritom su svi ti proizvodi izgaranja plinoviti.
Standardna entalpija vrijednosti grijanja i Wobbe indeks odnose se na temperaturu od 25 °C. Treba napomenuti da se to u američkoj literaturi odnosi na referentne temperature od 15 °C.
Preračunavanje u druge referentne temperature moguće je u skladu s normom EN ISO 6976 ili EN ISO 14912.
- 2) = volumetrijske veličine odnose se na standardno stanje u skladu s normom DIN 1343. Standardno stanje je takvo referentno stanje koje je utvrđeno standardnom temperaturom $T_n = 273,15$ K odn. $t_n = 0$ °C i standardnim tlakom $p_n = 101325$ odn. $P_a = 1,01325$ bara.
Treba napomenuti da se u američkoj literaturi i noviji standardi poput DIN EN16726 odnose na standardne entalpije u pogledu vrijednosti grijanja i izgaranja, Wobbe indeks na 15 °C i da su volumetrijske veličine utvrđene standardnom temperaturom $T_0 = 288,15$ K odn. $t_0 = 15$ °C i standardnim tlakom $p_n = 101325$ odn. $P_a = 1,01325$ bara.
- 3) = neobvezujuća okvirna vrijednost pri uporabi oksidacijskih katalizatora. Potrebno savjetovanje s tvrtkom MTU i analiza.
Granične vrijednosti odnose se na vrijednost grijanja od 10 kWh/m³_n. To odgovara odnosu na goriva s 100 vol.-% metana ili ako postoje druge gorive tvari u gorivu ekvivalentu energije i time ekvivalentnom unosu štetne tvari.

4.2.3 Propis za medij u omotaču plinskog voda u brodskoj primjeni

Načelno

U skladu s IGF 5.5.2 svi vodovi koji provode gorivi i koji se dovode u strojarnicu sukladno "safe machinery concept" trebaju imati dvostruku stijenku. Ovaj omotač oko voda goriva treba pomoću medija i odgovarajuće mjerne tehnike omogućiti detekciju propuštanja gorivog plina. IGF kod za to načelno predviđa dvije mogućnosti:

1. Ispiranje/prozračivanje omotača zrakom
2. Povećanje razine tlaka u odnosu na onu gorivog plina, u omotaču oko voda goriva s inertnim plinom.

Plinski sustav MTU brodskih motora izveden je za rad u obje varijante. Plinska rampa može se koristiti samo s konceptom ispiranja zrakom. Pritom su mediji u omotaču oko plinskog voda specificirani na sljedeći način:

1. Koncept ispiranja zrakom

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Vrsta medija		Zrak	Usisavanje preko posebnog dovoda zraka izvan broda
Temperatura medija na ulazu motora	°C	0-50	
Vlažnost zraka (abs)	g _{vode} /kg _{suhog zraka}	37,7	
Udio soli u usisanom zraku	ppm	50	
Volumenska struja	m ³ /h	11,5 - 30	Donja granična vrijednost orijentira se prema maks. volumenu s plinskom rampom i dovodima. Donja granična vrijednost osigurava minimalnu izmjenu zraka/sat. Ne smije prekoračiti gornja granična vrijednost kako bi se spriječili veliki gubici tlaka.

Tabela 40:

2. Koncept nadtlaka inertnog plina

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Vrsta medija		Dušik	Dušik iz generatora ili boca
Temperatura medija na ulazu motora	°C	0-80	
Udio vode	Vol.-%	≤ 50	Vrijednost dušika 2,8
Čistoća dušika	Vol.-%	≥ 99,8	Vrijednost dušika 2,8
Udio kisika	Vol.-%	≤ 100	Vrijednost dušika 2,8
Raspon tlaka medija	bar (abs)	< 11	
Volumen omotača na motoru (bez plinske rampe) (dvije stijenke)	m ³ _N	0,079 - 0,095	
Propuštanje	g _{dušika} /h	1 - 1,5	Služi za postavljanje količine dodatnog punjenja/intervala

Tabela 41:

Detalji o povezivanju u plinski sustav i prijedlozi izvedbe za nadzor i raspored pojedinačnih komponenti dokumentirani su u Safety-Concept, shematskim crtežima i propisima za ugradnju.

4.3 Plinski motor BR4000 – primjena generatora i agregat generatora

4.3.1 Općenito

Važno

Ne preuzimamo odgovornost za negativne utjecaje i/ili oštećenja (korozija, onečišćenja itd.) nastala zbog plinova ili tvari čija prisutnost pri sklapanju ugovora nije poznata i dogovorena.

4.3.2 Zemni plin – zahtjevi za gorivi plin

Zahtjevi za gorivi plin

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Vrsta plina		Zemni plin	Vrijedi za zemni plin H, L i jamski plin iz neiskorištenih naslaga (pre mining Coal Bed Methane). Drugi plinovi trenutno nisu odobreni.
Izmjena metanskog broja	-/min.	5	Linearna stalna izmjena s učestalošću od maksimalno 1/h
Vrijednost grijanja $H_{i,n}$	kWh/m ³ i.N.	$8,0 < H_{i,n} < 11,0$	Za niže ili više vrijednosti potreban je zahtjev
Odstupanje vrijednosti grijanja u odnosu na namještenu vrijednost	%	± 5	Za više vrijednosti potreban je zahtjev
Dopuštena brzina izmjene vrijednosti grijanja u odnosu na namještenu vrijednost	%/min.	1,0	Potrebna linearna stalna izmjena s učestalošću od maksimalno 1/h
Gustoća plina	kg/m ³ i.N.	0,73 do 0,84	Gustoća plina može odstupati ovisno o sastavu, ona je konstantna za određenu vrstu plina. Pri uporabi plinova iz različitih područja opskrbe plinom može doći do promjena gustoće. U slučaju promjene dobavljača plina potrebna je analiza plina i eventualno prilagođavanje regulacije smjese.
Odstupanja tlaka plina u odnosu na namještenu vrijednost	%	± 5	
Dopuštena brzina izmjene tlaka plina	mbar/min.	1	Potrebna stalna izmjena
* = Za motore s naknadnom obradom ispušnih plinova i / ili iskorištavanjem topline ispušnih plinova mogu vrijediti niže granične vrijednosti. U slučaju uporabe oksidacijskih katalizatora potrebna je analiza i savjetovanje s tvrtkom MTU.			

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Temperatura plina Zemni plin iz javne mreže za opskrbu plinom	°C	5 < T < 45	U slučaju opasnosti od nedosezanja temperature rosišta potrebno je povećati temperaturu plina. U slučaju odstupanja temperatura postoji opasnost od termičkog starenja NBR materijala (brtvi, membrana) te utjecaja na elastično ponašanje. Zadane kombinacije vrijednosti tlaka i grijanja mogu ograničiti T područje.
Zemni plin iz lokalnih LNG postrojenja		15 < T < 45	To se može kompenzirati prilagodbom tlaka kako bi bio osiguran rad u nazivnom opterećenju za čitavo T područje. Kod LNG postrojenja treba uskladiti dopušten raspon temperature specifičan za projekt. Izvedbu isparavanja plina treba ocijeniti tvrtka MTU.
Odstupanje temperature plina u odnosu na namještenu vrijednost	°C	± 9	
Dopuštena brzina izmjene temperature plina	K/min.	0,3	
Relativna vlažnost u plinu u dopuštenom rasponu temperature i tlaka Maks. vlažnost plina, apsolutna	% g/kg	< 80 < 20	Nije dopuštena kondenzacija u čitavom plinskom sustavu i sustavu za smjesu. Nema kondenzacije vodene pare u rasponu tlaka i temperature. Nije dopuštena kondenzacija u vodovima koji provode gorivi plin i smjesu gorivog plina i zraka i u spremnicima.
Ulja / uljne pare (HC s brojem ugljika >8)	mg/m ³ i.N.	< 0,4	Nije dopuštena kondenzacija u vodovima koji provode gorivi plin i smjesu gorivog plina i zraka kao i stvaranje kondenzirajuće uljne izmaglice.
Dugolančani ugljikovodici (C ₆ - C _n)	mol %	K.A.	Potrebno savjetovanje s tvrtkom MTU
HC pare otapala	mg/m ³ i.N.	0	Potrebni zahtjev i analiza
Organski vezani silicij	mg/m ³ i.N.	< 1,0	
Anorganski vezani silicij	mg/m ³ i.N.	< 6	U slučaju Si > 5 mg/m ³ i.N. u odnosu na 100 % CH ₄ udjela gorivog plina treba uzeti u obzir potrošne proizvode u analizi ulja
Prašina 3 do 10 µm	mg/m ³ i.N.	5	DVGW radni list G260 Prašinu treba ukloniti na način da je osiguran nesmetan rad plinskih uređaja i plinskih instalacija uređaja propisane ili standardne konstrukcije.
* = Za motore s naknadnom obradom ispušnih plinova i / ili iskorištavanjem topline ispušnih plinova mogu vrijediti niže granične vrijednosti. U slučaju uporabe oksidacijskih katalizatora potrebna je analiza i savjetovanje s tvrtkom MTU.			

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Prašina < 3 µm	mg/m ³ i.N.	Tehnički čista	Prašinu < 3 µm treba procijeniti tehničkom analizom, po potrebi treba rabiti odgovarajuće posebne filtre.
Ukupni sumpor	mg/m ³ i.N.	30	DVGW radni list G260
Merkaptanski sumpor	mg/m ³ i.N.	6	DVGW radni list G260
Sumporovodik H ₂ S	mg/m ³ i.N.	5	DVGW radni list G260
Klor	mg/m ³ i.N.	10*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza
Fluor	mg/m ³ i.N.	5*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza
Klor + fluor	mg/m ³ i.N.	10*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza
NH ₃	ppm	70*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza
* = Za motore s naknadnom obradom ispušnih plinova i / ili iskorištavanjem topline ispušnih plinova mogu vrijediti niže granične vrijednosti. U slučaju uporabe oksidacijskih katalizatora potrebna je analiza i savjetovanje s tvrtkom MTU.			

Tabela 42: Zahtjevi i granični uvjeti za gorivo zemni plin i odgovarajuća opskrba gorivom

Sve navedene granične vrijednosti štetnih tvari (u ppm i mg/m³) odnose se na vrijednost grijanja od 10 kWh/m³ i.N. To odgovara odnosu na goriva s 100 vol.-% metana ili ako postoje druge gorive tvari u gorivu ekvivalentu energije i time ekvivalentnom unosu štetne tvari.

Primjer:

- Upotrebljava se ruski zemni plin s vrijednošću grijanja od 10 kWh/m³ i.N. Time dopuštena vrijednost ukupnog sumpora u plinu točno odgovara onoj graničnoj vrijednosti navedenoj u tablici.
- Pri uporabi plina (primjer Osthannover) s $H_{i,n} = 8,15 \text{ kWh/m}^3 \text{ i.N.}$ dopuštena maksimalna vrijednost ukupnog sumpora izračunava se na sljedeći način:
Dopušteni udio ukupnog sumpora = $30 \text{ mg/m}^3 \text{ i.N.} \cdot (8,15 \text{ kWh/m}^3 \text{ i.N.} : 10,0 \text{ kWh/m}^3 \text{ i.N.}) = 24,5 \text{ mg/m}^3 \text{ i.N.}$

4.3.3 Bioplin – zahtjevi za gorivi plin

Zahtjevi za gorivo bioplin

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Vrsta plina		Biogeni plinovi iz procesa fermentiranja	
Metanski broj MZ	–	≥ 115	U slučaju nedosezanja postoji opasnost od detonatnog izgaranja. Potrebna analiza plina i zahtjev
Vrijednost grijanja $H_{i,n}$	kWh/m ³ i.N.	4,5 < $H_{i,n}$ < 8,0	Za niže ili više vrijednosti potreban je zahtjev
Odstupanje vrijednosti grijanja u odnosu na namještenu vrijednost	%	± 20	Za više vrijednosti potreban je zahtjev
Maksimalna brzina izmjene vrijednosti grijanja u odnosu na namještenu vrijednost pri radu	%/min.	1	dopušteno <1/ h U normalnom načinu rada
Brza izmjena vrijednosti grijanja pri pokretanju	%/min.	< 10,0	Dopušteno s učestalošću <1/ h
Gustoća plina	kg/m ³ i.N.	0,93 do 1,40	Gustoća plina može odstupati ovisno o sastavu. U slučaju promjene glavnog supstrata i/ili značajne promjene u omjeru miješanja supstrata potrebna je analiza plina i eventualno prilagođavanje regulacije smjese.
Odstupanje tlaka plina u odnosu na namještenu vrijednost	%	± 10	Vrijedi za ulaz plina na ventilu za doziranje plina na strani motora
Dopuštena brzina izmjene tlaka plina	mbar/min.	1	Vrijedi za ulaz plina na ventilu za doziranje plina na strani motora
Temperatura plina	°C	5 < t < 45	Nisu dopušteni fazni prijelazi u smjesi gorivog plina i zraka tijekom rada motora. U slučaju opasnosti od nedosezanja temperature rosišta potrebno je povećati temperaturu plina. U slučaju odstupanja temperatura postoji opasnost od termičkog starenja NBR materijala (brtvi, membrana) te utjecaja na elastično ponašanje pri višim temperaturama. Granične vrijednosti vrijede za ulaz plina na ventilu za doziranje plina na strani motora
Odstupanje temperature plina u odnosu na namještenu vrijednost	°C	± 15	Vrijedi za ulaz plina na ventilu za doziranje plina na strani motora

* = kod ovih vrijednosti se radi od neobvezujućim okvirnim vrijednostima za motore serije 4000, za agregate s naknadnom obradom ispušnih plinova mogu vrijediti niže granične vrijednosti.

** = kod motora 20V4000L32FB vrijede niže vrijednosti. Potreban je zahtjev.

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Dopuštena brzina izmjene temperature plina	K/min.	0,3	Vrijedi za ulaz plina na ventilu za doziranje plina na strani motora
Relativna vlažnost u plinu u dopuštenom rasponu temperature i tlaka	%	< 80	Nije dopuštena kondenzacija u čitavom plinskom sustavu i sustavu za smjesu Nema kondenzacije vodene pare u rasponu tlaka i temperature.
Maks. vlažnost plina, apsolutna	g/kg	< 28	Nije dopuštena kondenzacija u vodovima koji provode gorivi plin i smjesu gorivog plina i zraka i u spremnicima. U slučaju viših vrijednosti ili opasnosti od kondenzacije u rasponu tlaka i temperature potrebno je predvidjeti sušenje plina. Nema faznih prijelaza u smjesi gorivog plina i zraka tijekom rada motora u rasponu tlaka i temperature, u slučaju viših vrijednosti potrebno je predvidjeti sušenje plina.
Ulja / uljne pare	mg/m ³ i.N.	< 0,4	Nije dopuštena kondenzacija u vodovima koji provode gorivi plin i smjesu gorivog plina i zraka kao i stvaranje kondenzirajuće uljne izmaglice.
HC pare otapala	mg/m ³ i.N.	0	
Silicij od organskih spojeva	mg/m ³ i.N.	< 4*	U slučaju Si > 2 mg/m ³ i.N. u odnosu na 100 % CH ₄ udjela gorivog plina treba uzeti u obzir potrošne proizvode u analizi ulja.
Anorganski vezani silicij	mg/m ³ i.N.	< 2*	
Prašina 3 do 10 µm	mg/m ³ i.N.	5	DVGW radni list G260
Prašina < 3 µm	mg/m ³ i.N.	Tehnički čista	Prašinu treba ukloniti na način da je osiguran nesmetan rad plinskih uređaja i plinskih instalacija uređaja propisane ili standardne konstrukcije. Prašinu < 3 µm treba procijeniti tehničkom analizom, po potrebi treba rabiti odgovarajuće posebne filtre.
Silicij od organskih i anorganskih spojeva	mg/m ³ i.N.	6*	
Ukupni sumpor	mg/m ³ i.N.	800* / **	
Merkaptanski sumpor	mg/m ³ i.N.	4*	
Sumporovodik H ₂ S	mg/m ³ i.N.	850*	
Zbroj svih spojeva klora i fluora	mg/m ³ i.N.	≤ 40*	
Klor	mg/m ³ i.N.	≤ 40*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza

* = kod ovih vrijednosti se radi od neobvezujućim okvirnim vrijednostima za motore serije 4000, za agregate s naknadnom obradom ispušnih plinova mogu vrijediti niže granične vrijednosti.

** = kod motora 20V4000L32FB vrijede niže vrijednosti. Potreban je zahtjev.

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Fluor		≤ 20*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza
NH ₃	ppm	70*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza

* = kod ovih vrijednosti se radi od neobvezujućim okvirnim vrijednostima za motore serije 4000, za agregate s naknadnom obradom ispušnih plinova mogu vrijediti niže granične vrijednosti.

** = kod motora 20V4000L32FB vrijede niže vrijednosti. Potreban je zahtjev.

Tabela 43: Zahtjevi i granični uvjeti za gorivo bioplin i odgovarajuća opskrba gorivom

Pri uporabi serije 4000 u agregatima, sa i bez toplinskog spajanja ispušnih plinova i/ili sustava naknadne obrade ispušnih plinova, potrebno je pridržavati se podataka proizvođača agregata.

Zahtjevi za gorivo "nisko opterećeni bioplin"

Sljedeće granične vrijednosti definiraju "nisko opterećeni bioplin". Sve ostale granične vrijednosti za nisko opterećeni bioplin odgovaraju općenitim graničnim vrijednostima bioplina (→ Tabela 43).

Opis	Jedinica	Granična vrijednost	Oznaka
Silicij od organskih spojeva	mg/m ³ i.N.	< 1*	U slučaju Si > 2 mg/m ³ i.N. u odnosu na 100 % CH ₄ udjela gorivog plina treba uzeti u obzir potrošne proizvode u analizi ulja.
Anorganski vezani silicij	mg/m ³ i.N.	< 0,5*	
Silicij od organskih i anorganskih spojeva	mg/m ³ i.N.	1,5*	
Ukupni sumpor	mg/m ³ i.N.	140*	
Merkaptanski sumpor	mg/m ³ i.N.	1*	
Sumporovodik H ₂ S	mg/m ³ i.N.	150*	
Zbroj svih spojeva klora i fluora	mg/m ³ i.N.	≤ 8*	
Klor	mg/m ³ i.N.	≤ 8*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza
Fluor		≤ 4*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza
NH ₃	ppm	14*	U slučaju viših vrijednosti potrebni su zahtjev i analiza

* = kod ovih vrijednosti se radi od neobvezujućim okvirnim vrijednostima za motore serije 4000, za agregate s naknadnom obradom ispušnih plinova mogu vrijediti niže granične vrijednosti (→ Tabela 45).

Tabela 44: Zahtjevi i granični uvjeti za gorivo "nisko opterećeni bioplin" i odgovarajuća opskrba gorivom

Sve navedene granične vrijednosti štetnih tvari (u ppm i mg/m³) odnose se na vrijednost grijanja od 10 kWh/m³ i.N. To odgovara odnosu na goriva s 100 vol.-% metana ili ako postoje druge gorive tvari u gorivu ekvivalentu energije i time ekvivalentnom unosu štetne tvari.

Primjer:

- Upotrebljava se ruski zemni plin s vrijednošću grijanja od 10 kWh/m³ i.N. Time dopuštena vrijednost ukupnog sumpora u plinu točno odgovara onoj graničnoj vrijednosti navedenoj u tablici.
- Pri uporabi plina (primjer Osthannover) s H_{i,n} = 8,15 kWh/m³ i.N. dopuštena maksimalna vrijednost ukupnog sumpora izračunava se na sljedeći način:
Dopušteni udio ukupnog sumpora = 30 mg/m³ i.N. · (8,15 kWh/m³ i.N. : 10,0 kWh/m³ i.N.) = 24,5 mg/m³ i.N.

Koncentracije štetnih tvari u gorivu (kod naknadne obrade ispušnih plinova / iskorištavanja topline ispušnih plinova)

Ovisno o primjeni, potrebno je pridržavati se sljedećih maksimalno dopuštenih koncentracija štetnih tvari količina u gorivu:

Opis	Jedinica	Oksidacijski katalizator / iskorištavanje topline ispušnih plinova		
		Bez* / 180 °C / bez	Sa / 120 °C / 180 °C	Sa / Bez
Zbroj svih spojeva sumpora (izračunato kao S)	mg/m ³ i.N.	800	20	200
Sumporovodik (H ₂ S)	ppm	550	7	70
Zbroj svih spojeva klora (izračunato kao Cl)	mg /m ³ i.N.	40	0,5	0,5
Zbroj svih spojeva fluora (izračunato kao F)	mg /m ³ i.N.	40	0,5	0,5
Zbroj svih spojeva silicija (izračunato kao Si)	mg /m ³ i.N.	5	0	0
Amonijak (NH ₃)	ppm	30	30	30
Teški metali (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	µg/m ³ i.N.	Na zahtjev	10	10

*= za "nisko opterećeni bioplin" vrijede sukladno tome niže vrijednosti (→ Tabela 44).

Tabela 45: Koncentracije štetnih tvari u gorivu

4.4 Plinski motor BR400 - agregat generatora

4.4.1 Zemni plin - vrijednosti goriva

Obavezne vrijednosti goriva

Potrebno je pridržavati se sljedećih vrijednosti goriva na ulazu u plinsku rampu (opseg isporuke tvrtke MTU Onsite Energy):

Opis	Jedinica	Granična vrijednost
Minimalni metanski broj	Pogledajte Tehnički opis	
Najmanja vrijednost grijanja		
Brzina izmjene vrijednosti grijanja	% po min	< 1
Brzina izmjene metanskog broja	MZ po min	< 5
Najmanji tlak protoka plina (nadtak)	mbar	< 20
Najveći tlak protoka plina (nadtak)	mbar	< 50
Maks. odstupanja tlaka plina (kratkotrajno regulacijsko odstupanje)	mbar	±5
Maks. brzina izmjene tlaka plina	mbar/s	< 1
Temperatura plina	°C	5 do 45
Maks. udio vodene pare	Vol.-%	< 0,5
Čestice prašine > 3 µm	mg/m ³ i.N	< 5
Uljni sastavni dijelovi	mg/m ³ i.N	< 0,4

Tabela 46: Obavezne vrijednosti goriva

Korozivni sastavni dijelovi, s iznimkom maks. ukupnog udjela sumpora od 30 mg/m³i.N., kratkotrajno 150 mg/m³i.N., ne smiju biti sadržani (analogno DVGW listu G 260).

Pažnja: Isporučeni plinski filter (50 µm) na ulazu plinske rampe ne jamči navedenu graničnu vrijednost prašine i služi u prvom redu za zaštitu plinskih armatura.

4.4.2 Bioplin – vrijednosti goriva

Odstupanja u kvaliteti bioplina, kanalizacijskog i deponijskog plina nije moguće spriječiti, kao ni prisutnost onečišćenja.

Kako biste omogućili besprijekoran rad i spriječili oštećenja, potrebno je pridržavati se određenih graničnih vrijednosti.

Ako se pri puštanju u rad ispostavi da gorivo ne posjeduje odgovarajuću kvalitetu, tvrtka MTU Onsite Energy GmbH zadržava pravo naplate za prekid puštanja u rad.

Pridržavanje vrijednosti emisije i potrošnje navedenih u podatkovnom listu vrijedi samo za navedene referentne sastave plina za bioplin, kanalizacijski i deponijski plin. Pritom je važan omjer volumena CO₂ / CH₄.

Važno

Navedene komponente / granične vrijednosti relevantne su za motore na bioplin. Druge komponente / granične vrijednosti nisu dopuštene.

Obavezne vrijednosti goriva

Potrebno je pridržavati se sljedećih vrijednosti goriva na ulazu u plinsku rampu (opseg isporuke tvrtke MTU Onsite Energy):

Opis	Jedinica	Granična vrijednost
Minimalni metanski broj		
Najmanja vrijednost grijanja	Pogledajte Tehnički opis	
Brzina izmjene vrijednosti grijanja	% po min	1
Brzina izmjene metanskog broja	MZ po min	5
Omjer volumena CO ₂ / CH ₄	-	≤ 0,65
Udio metana, vlažno	Vol.-%	Pogledajte tehn. podatke
Najmanji tlak protoka plina (nadtlak)	mbar	30
Najveći tlak protoka plina (nadtlak)	mbar	50
Maks. odstupanja tlaka plina (kratkotrajno regulacijsko odstupanje)	mbar	±5
Maks. brzina izmjene tlaka plina	mbar/s	1
Maks. temperatura plina (bez smanjenja)	°C	35
Maks. udio kisika	Vol.-%	2
Maks. udio vodene pare	Vol.-%	3,1
Hlađenje plina na najmanje	°C	< 25
Čestice prašine > 3 µm	mg/m ³ i.N	5
Uljni sastavni dijelovi	mg/m ³ i.N	0,4

Tabela 47: Obavezne vrijednosti goriva

PAŽNJA: Isporučeni plinski filter (50 µm) na ulazu plinske rampe ne jamči navedenu graničnu vrijednost prašine i služi u prvom redu za zaštitu plinskih armatura.

4.4.3 Onečišćenja

Ovisno o primjeni, potrebno je pridržavati se sljedećih maksimalno dopuštenih količina onečišćenja u gorivu:

Opis	Jedinica	Oksidacijski katalizator / iskorištavanje topline ispušnih plinova					
		Bez / 180 °C / bez		S EMK* / 120 °C / 180 °C	S EMK* / Bez	Sa SRK** / 180 °C	Sa SRK** / Bez
		Bioplin	nisko opterećeni bioplin	20 mg/m ³ i.N. HCHO		30 mg/m ³ i.N. HCHO	
Zbroj svih spojeva sumpora (S)	mg/m ³ i.N.	1200	140	20	200	70	140
odgovara sumporovodiku (H ₂ S)	ppm	840	50	14	140	50	100
Zbroj svih spojeva klora (Cl)	mg/m ³ i.N.	100	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Zbroj svih spojeva fluora (F)	mg/m ³ i.N.	50	8	0,5	0,5	0,5	0,5
Zbroj svih spojeva silicija (Si)	mg/m ³ i.N.	5	4	0	0	0	0
Amonijak (NH ₃)	ppm	60	14	60	60	60	60
Teški metali (Pb, Hg, As, Sb, Cd)	µg/m ³ i.N.	na zahtjev	na zahtjev	10	10	10	10
* EMK = katalizator od nehrđajućeg čelika							
** SRK = katalizator otporan na sumpor							

Tabela 48: Koncentracije štetnih tvari u gorivu

Sve navedene granične vrijednosti štetnih tvari (u ppm i mg/m³) odnose se na vrijednost grijanja od 10 kWh/m³ i.N. To odgovara odnosu na goriva s 100 vol.-% metana ili ako postoje druge gorive tvari u gorivu ekvivalentu energije i time ekvivalentnom unosu štetne tvari.

Primjer:

- Upotrebljava se ruski zemni plin s vrijednošću grijanja od 10 kWh/m³ i.N. Time dopuštena vrijednost ukupnog sumpora u plinu točno odgovara onoj graničnoj vrijednosti navedenoj u tablici.
- Pri uporabi plina (primjer Osthannover) s H_{i,n} = 8,15 kWh/m³ i.N. dopuštena maksimalna vrijednost ukupnog sumpora izračunava se na sljedeći način:
Dopušteni udio ukupnog sumpora = 30 mg/m³ i.N. · (8,15 kWh/m³i.N. : 10,0 kWh/m³ i.N.) = 24,5 mg/m³ i.N.

Ako se kvaliteta sirovog plina nalazi iznad granične vrijednosti sumpora, potrebno je instalirati sustav za odsumporavanje koji je usklađen s kvalitetom plina postrojenja.

Sa specijalnim oksidacijskim katalizatorom tvrtke MTU, koji je otporan na sumpor, dopušten je, uz pridržavanje navedenih graničnih vrijednosti sumpora u gorivu, rad bez finog odsumporavanja.

Ako se te granične vrijednosti prekorače pri radu, pri iskorištavanju topline ispušnih plinova dolazi do pojačanog stvaranja korozivnih naslaga. Zbog tih naslaga mogu nastati oštećenja koja dovode do totalnog ispada komponenti. Stoga je potrebno ranije čišćenje izmjenjivača topline ispušnih plinova.

Na temelju moguće širine odstupanja udjela sumpora u praksi, tvrtka MTU ne može dati nikakva jamstva u pogledu intervala čišćenja.

Pri radu s oksidacijskim katalizatorom bez iskorištavanja topline ispušnih plinova temperatura ispušnih plinova na ulazu dimnjaka mora biti viša od 300 °C. Po potrebi treba izolirati vod ispušnih plinova.

5 Sustav naknadne obrade ispušnih plinova

5.1 Općenito

Za smanjenje emisija ispušnih plinova kod stehiometrijski pogonjenih motora ($\Lambda = 1$, bez količine preostalog zraka) upotrebljavaju se trosmjerni katalizatori.

Za smanjenje emisija ispušnih plinova u pogledu nepotpuno izgoranih proizvoda izgaranja kod motora s izgaranjem siromašne smjese (rad s količinom preostalog zraka) upotrebljavaju se oksidacijski katalizatori.

Za dodatno smanjenje emisija NO_x kod motora s izgaranjem siromašne smjese mogu se upotrebljavati SCR katalizatori (Selective Catalytic Reduction). Oni pomoću redukcijskog sredstva (otopina uree s 32,5 % udjela uree) smanjuju emisije dušikovih oksida.

Kako bi se mogla osigurati funkcionalnost katalizatora za određeno vrijeme rada, potrebno je pridržavati se svih specifikacija u propisu o radnim materijalima (u pogledu goriva, usisnog zraka, ulja za podmazivanje).

5.2 Redukcijsko sredstvo NO_x AUS 32 za SCR sustave naknadne obrade ispušnih plinova

Radi osiguranja učinkovitosti sustava naknadne obrade ispušnih plinova redukcijsko sredstvo obavezno mora zadovoljavati zahtjeve kvalitete norme DIN 70070 / ISO 222 41-1.

U Europi ovo redukcijsko sredstvo često ima naziv marke “AdBlue”.

Postupci ispitivanja za određivanje kvalitete i karakteristike redukcijskog sredstva opisani su u normama DIN 70071 / ISO 222 41-2. U tablici u nastavku (→ Tabela 49) prikazana su obilježja kvalitete i pripadajući postupci ispitivanja redukcijskog sredstva (izvadak iz norme ISO 222 41-1).

Važno

SCR sustavi tvrtke MTU u pravilu su konstruirani za koncentraciju uree od 32,5 %. Uporaba redukcijskih sredstava NO_x s drugim koncentracijama uree (AUS 40, AUS 48) zahtijeva drukčije konstruiranje sustava za doziranje. Sustavi koji su konstruirani u skladu s tim moraju raditi s odgovarajuće prilagođenom koncentracijom.

Zahtjevi za čistoću redukcijskog sredstva odgovaraju onima u normama za AUS 32

Važno

U pravilu nije odobrena uporaba aditiva za zaštitu od mraza za AUS 32 ili takozvane zimske uree.

Obilježja kvalitete i postupci ispitivanja redukcijskog sredstva

	Jedinica	Postupak ispitivanja ISO	Granične vrijednosti
Udio uree	tež.-%	22241-2 Prilog B	31,8 do 33,2
Gustoća na 20 °C	kg/m ³	3675 12185	1087,0 do 1092,0
Indeks loma na 20 °C		22241-2 Prilog C	1,3817 do 1,3840
Alkalnost kao NH ₃	tež.-%	22241-2 Prilog D	maks. 0,2
Udio biureta	tež.-%	22241-2 Prilog E	maks. 0,3
Udio aldehida	mg/kg	22241-2 Prilog F	maks. 5
Netopive tvari	mg/kg	22241-2 Prilog G	maks. 20
Udio fosfata kao PO ₄	mg/kg	22241-2 Prilog B	maks. 0,5
Udio metala		22241-2 Prilog I	
Kalcij	mg/kg		maks. 0,5
Željezo	mg/kg		maks. 0,5
bakar	mg/kg		maks. 0,2
Cink	mg/kg		maks. 0,2
Krom	mg/kg		maks. 0,2
Nikal	mg/kg		maks. 0,2
Aluminij	mg/kg		maks. 0,5
Magnezij	mg/kg		maks. 0,5
Natrij	mg/kg		maks. 0,5
Kalij	mg/kg		maks. 0,5
Istovjetnost			Istovjetno uzorku za usporedbu

Tabela 49: Obilježja kvalitete i postupci ispitivanja redukcijskog sredstva

Skladištenje redukcijskog sredstva

Upute za skladištenje/pakiranje/transport te prikladne/neprikladne materijale u optoku redukcijskog sredstva nalaze se u normi ISO 222 41-3. Također obratite pozornost na podatke proizvođača.

Izbjegavajte izravno sunčevo zračenje jer ono pogoduje nastajanju mikroorganizama i razgradnji redukcijskog sredstva.

Redukcijsko sredstvo AUS 32 po mogućnosti skladištite i transportirajte između -5 i +25 °C radi izbjegavanja gubitka kvalitete. Duže skladištenje na temperaturama iznad 25 °C može dovesti do razgradnje redukcijskog sredstva.

Maks. stalna temperatura skladištenja [°C]	Min. trajnost [mjesec]
≤ 10	36
≤ 25	18
≤ 30	12
≤ 35	6
>35	Provjerite svaku šaržu prije uporabe

Tabela 50: Temperatura skladištenja redukcijskog sredstva

Važno
Redukcijsko sredstvo se kristalizira na -11 °C.

5.3 Kondenzat ispušnih plinova

Važno

Uvjerite se da se radni materijali skupljaju u odgovarajuće velike prihvatne posude. Radne materijale odložite u skladu s propisima specifičnim za državu. Staro ulje ne spaljujte niti ne odlažite u spremniku goriva.

Prilikom izgaranja goriva u motoru, osim ugljičnog dioksida i vodene pare, nastaju i dušikovi oksidi NOx. Oni se u priključenim komponentama u prisutnosti kondenzirane vode pretvaraju u dušične kiseline. Mogu nastati i druge anorganske i organske kiseline, n. pr. sumporna kiselina ili sumporaste kiseline, ovisno o sastavu goriva. Uzorci kondenzata u tom slučaju imaju blago opor miris i otopljeno željezo kao rezultat korozije. Koncentracija iona vodika, t. j. pH vrijednost takvih uzoraka kondenzata u pravilu se nalazi u jako do slabo kiselim rasponu pri pH = cca. 0,5 do 4.

Rosište vode ispušnog plina ovisi o sastavu upotrijebljenog gorivog plina kao i omjeru zraka koji pokreće motor. Rosište vode je pri otprilike 50 °C (motori s izgaranjem siromašne smjese) do 80 °C (Lambda = 1). Do stvaranja kondenzata dolazi, ovisno o komponenti koja tvori kiselinu, pri temperaturama ispušnih plinova ispod približno 170 °C (rosište kiseline).

Teoretski, od 1 m³ i.N. zemnog plina može nastati 1,5 kg kondenzata. Pri hlađenju ispušnog plina na temperaturama od otprilike 100 °C pojavljuju se znatnije količine kondenzata samo pri pokretanju. Pri daljnjem hlađenju ispušnog plina na temperaturama (ispod T = cca. 80 °C) kondenzat se kontinuirano smanjuje.

Kako bi se stvaranje kondenzata (u izmjenjivaču topline ispušnih plinova odn. u priključenom prigušivaču ispušnog sustava) ograničilo na što manje količine, kod agregata s hlađenjem ispušnih plinova potrebno je osigurati sljedeće:

- U izmjenjivaču topline ispušnih plinova se ispušnih plinovi ne smiju hladiti na temperaturi ispod 110 °C
- Vodovi ispušnih plinova moraju biti uredno izolirani
- Omjer broja okretanja motora prema radnim satima mora biti što manji (preporučuju se vrijednosti prosječno manje „jedno pokretanje“ na četiri radna sata).

Ako je moguće, nemojte spajati vodove kondenzata od različitih komponenti prije sifona (odn. „hidrauličku brtvu“) jer se pri radu stalno smanjuje kondenzat zbog cirkulacije u vodu kondenzata.

Za kondenzat treba predvidjeti slobodan odvod putem sifona (odn. „hidrauličke brtve“) visine najmanje 400 mm. U svakom slučaju odvod se mora nalaziti na više od 100 mm vodenog stupca iznad odgovarajućeg maksimalno dopuštenog protutlaka ispušnih plinova. Time se sprječava da ispušni plin izlazi iz voda kondenzata. Kondenzat ispušnih plinova treba neutralizirati u uređaju za neutralizaciju prije uvida u mrežu za otpadne vode. Usto je potreban i separator ulja.

Odvod kondenzata treba redovito provjeriti pri radu i zaštititi od smrzavanja zimi.

Kondenzat ispušnih plinova smije se samo uz prethodno savjetovanje s lokalnim tijelom zaduženim za otpadne vode ispustiti bez obrade u kanalizaciju, ali ni u kojem slučaju u prirodu. Općine u Njemačkoj odn. tijela koja su te općine ovlastile, dužne su preuzimati otpadne vode, u koje spada i kondenzat. Moguće je svrstavanje kondenzata u kategoriju "Poseban otpad".

6 Propis o pranju i čišćenju optoka rashladne tekućine motora

6.1 Općenito

U optocima rashladne tekućine mogu tijekom vremena nastati talozi mulja zbog starenja aditiva za rashladnu tekućinu. Posljedice mogu biti smanjena snaga hlađenja, začepljeni vodovi za odzračivanje i mjesta za ispuštanje vode, kao i zaprljani kontrolni prozorčići za razinu vode.

U slučaju nedovoljne kvalitete vode ili nedovoljne pripreme, optok rashladne tekućine također može biti jako onečišćen.

Ako se pojave takve smetnje, po potrebi optok rashladne tekućine treba isprati svježom vodom nekoliko puta.

Ako ta ispiranja imaju premali učinak ili je optok rashladne tekućine previše onečišćen, onda treba očistiti optok rashladne tekućine i pogođene sklopove.

Za ispiranje upotrebljavajte isključivo čistu svježu vodu (ne riječnu ili morsku vodu).

Za čišćenje se smiju upotrebljavati samo proizvodi koje je odobrila tvrtka MTU ili odgovarajući proizvodi u propisanoj koncentraciji za primjenu, pogledajte (→ Stranica 83). Potrebno je pridržavati se propisanog načina postupanja.

Optoke rashladne tekućine treba napuniti uvijek neposredno nakon ispiranja odn. čišćenja pripremljenom rashladnom tekućinom motora u skladu s aktualnim propisima o radnim materijalima tvrtke MTU. U suprotnom postoji opasnost od korozije!

Važno

Radni materijali (pripremljena rashladna tekućina motora), rabljena voda za ispiranje, sredstva za čišćenje i otopine za čišćenje mogu sadržavati opasne tvari. Prilikom rada s tim tvarima, kao i prilikom njihova skladištenja i odlaganja u otpad, treba se pridržavati određenih pravila.

Ta pravila vrijede na temelju informacija proizvođača, zakonskih odredbi i tehničkih pravilnika koji vrijede u odgovarajućoj državi. Budući da mogu postojati velike razlike između pojedinih država, nije moguća sveobuhvatna izjava o pravilima koja vrijede u okviru ovih propisa o pranju i čišćenju.

Korisnik ovdje navedenih proizvoda stoga je obavezan samostalno se informirati o važećim odredbama. MTU ne preuzima odgovornost u slučaju nestručne ili nedopuštene upotrebe radnih materijala i sredstava za čišćenje.

Važno

Izmjenjivače topline ulja na motorima s oštećenjima ležaja ili klipa treba preraditi u staro željezo.

Uređaji za ispitivanje, pomoćna sredstva i radni materijali

MTU ispitni kovčeg ili električni uređaj za mjerenje pH vrijednosti

Potrebna pomoćna sredstva:

- komprimirani zrak
- vruća para

Potrebni radni materijali:

- svježa voda
- pripremljena rashladna tekućina motora

6.2 Odobrena sredstva za čišćenje

Proizvođač	Opis proizvoda	Koncentracija za primjenu		Narudžbeni broj
Za optoke rashladne tekućine:				
Kluthe	Hakutex 111 ^{1, 5)}	2 vol.-%	Tekućina	X00065751
	Hakupur 50-706-3 ¹⁰⁾	2 vol.-%	Tekućina	X00055629
Za sklopove:				
Henkel	Bonderite C-AK FD ²⁾	1 do 10 tež.-%	Prašak	⁷⁾
	Bonderite C-MC 11120 ³⁾	2 do 10 tež.-%	Prašak	⁷⁾
Kluthe	Hakutex 60 MTU	100 vol.-%	Tekućina	X00070585 (25 kg)
Za optoke rashladne tekućine u slučaju napada bakterija, kvašćevih gljivica, gljivica (tzv. sredstva za čišćenje sustava):				
Schülke & Mayr GmbH	Grotan WS Plus ⁵⁾	0,15 vol.-%	Tekućina	X00065326 (10 kg)
	Grotanol SR2 ⁶⁾	0,5 vol.-%	Tekućina	X00069827 (10 kg)
Za stranu zraka vanjskog hladnjaka:				
Kluthe	Hakupur 50 K ⁹⁾	0,5 do 5 vol.-%	Tekućina	X000709407 ¹⁾
Za lakirane, zaprljane površine:				
Kluthe	Hakupur 449 ⁹⁾	1 vol.-%	Tekućina	X000711797 ¹⁾

Tabela 51:

¹⁾ kod mekih naslaga kamenca, lagane korozije

²⁾ kod masnih naslaga kamenca

³⁾ kod tvrdih naslaga kamenca, po želji

⁴⁾ U slučaju velikih naslaga kamenca

⁵⁾ napad bakterija do 10⁴

⁶⁾ napad bakterija > 10⁴, napad gljivica i kvašćevih gljivica

⁷⁾ kod MTU se ne vodi na skladištu

⁸⁾ U slučaju jake korozije; nije odobreno za aluminij-ske materijale

⁹⁾ Sredstvo za čišćenje s uređajem s tlačnim mlazom (parametar: tlak: 15 bara, blagi mlaz, temperatura čišćenja: 80 °C)

¹⁰⁾ nije prikladno za pocinčane površine

Važno

Pridržavajte se listova s tehničkim podacima i sigurnosno-tehničkih listova proizvoda!

6.3 Ispiranje optoka rashladne tekućine motora

1. Ispustite rashladnu tekućinu motora.
2. pH-vrijednost svježe vode izmjerite s pomoću MTU ispitnog kovčega ili električnog uređaja za mjerenje pH-vrijednosti.
3. Svježu vodu ulijte u optok rashladne tekućine.

Važno

Nikada nemojte uliti hladnu vodu u vrući motor!

4. Predgrijte, pokrenite i zagrijavajte motor.
5. Zagrijavajte motor oko 30 min. pri većem broju okretaja.
6. Uzmite uzorak vode za ispiranje na mjestu za uzimanje uzorka rashladne tekućine motora.
7. Isključite motor.
8. Ispustite vodu za ispiranje.
9. Izmjerite pH vrijednost uzorka vode za ispiranje pomoću MTU ispitnog kovčega ili električnog uređaja za mjerenje pH vrijednosti i usporedite s pH vrijednosti svježe vode.
 - a) Razlika u pH vrijednosti < 1: Ulijte pripremljenu rashladnu tekućinu motora i motor stavite u pogon.
 - b) Razlika u pH vrijednosti > 1: Ulijte svježu vodu za ispiranje i ponovite ispiranje.
 - c) Ako je razlika u pH vrijednosti i nakon 4 do 5 ispiranja još uvijek > 1: mora se očistiti optok rashladne tekućine, pogledajte (→ Stranica 85). Eventualno se moraju očistiti i sklopovi, pogledajte (→ Stranica 86).

Važno

Za dodatne napomene pogledajte upute za montažu.

6.4 Čišćenje optoka rashladne tekućine motora

1. Kao koncentrirana otopina u svježoj vodi upotrebljavaju se sredstva za čišćenje za optoke rashladne tekućine, pogledajte (→ Stranica 83).
2. Kod praškastih proizvoda miješajte sve dok se sredstvo za čišćenje potpuno ne otopi i ne ukloni sav talog.
3. Otopinu zajedno sa svježom vodom ulijte u optok rashladne tekućine.
4. Pokrenite i zagrijavajte motor.
5. Temperaturu i trajanje djelovanja odaberite u skladu s listovima s tehničkim podacima proizvođača.
6. Isključite motor.
7. Ispustite sredstvo za čišćenje i optok rashladne tekućine motora isperite svježom vodom.
8. Uzmite uzorak vode za ispiranje na mjestu za uzimanje uzorka rashladne tekućine motora.
9. Izmjerite pH vrijednost uzorka vode za ispiranje pomoću MTU ispitnog kovčega ili električnog uređaja za mjerenje pH vrijednosti i usporedite s pH vrijednosti svježe vode.
 - a) Razlika u pH vrijednosti < 1: Ulijte pripremljenu rashladnu tekućinu motora i motor stavite u pogon.
 - b) Razlika u pH vrijednosti > 1: Očistite sklopove, pogledajte (→ Stranica 86).

Važno

Za dodatne napomene pogledajte upute za montažu.

6.5 Čišćenje sklopova

1. Skinite, demontirajte i očistite sklopove koji su izloženi taloženju mulja, npr. spremnike za izjednačenje, agregate za predgrijavanje, izmjenjivače topline (hladnjak vode, izmjenjivač topline ulja, međuhladnjak, predgrijač zraka, predgrijač goriva, itd.) i duboko položene cjevovode.
2. Prije čišćenja ispitajte onečišćenost uzvodnog toka vode.
3. Kod masnih naslaga kamenca najprije odmastite uzvodni tok vode.
4. Čvrsto prijanjajuće taloge u međuhladnjacima prouzročene uljnom izmaglicom možete ukloniti s Kluthe Haku-tex 60.
5. Tvrde naslage kamenca uklonite sredstvom za otapanje kamenca. U slučaju tvrdokornih naslaga kamenca po potrebi upotrijebite 10-postotnu inhibiranu otopinu solne kiseline.
6. Naslage na i u ulošcima izmjenjivača topline otopite u zagrijanoj kupelji za čišćenje. Pridržavajte se podataka proizvođača i rabite samo odobrena sredstva za čišćenje u dopuštenoj koncentraciji za primjenu, pogledajte (→ Stranica 83)

Važno

Naslage na uljnoj strani možete otopiti čak i u petrolejskoj kupelji. Vrijeme zadržavanja u kupelji za čišćenje ovisi o vrsti i stupnju onečišćenja te o temperaturi i djelovanju kupelji.

7. Pojedinačne komponente, kao npr. kućište, poklopac, vodove, kontrolne prozorčice, uloške izmjenjivača topline, očistite vrućom parom, najlonskom četkom (mekom četkom) i pod snažim vodenim mlazom.

Važno

Radi izbjegavanja oštećenja:
Ne rabite tvrde ili oštre alate (čelična četka, strugač i sl.) (zaštitni sloj oksida).
Nemojte prejako namjestiti pritisak vodenog mlaza (oštećenje npr. lamela hladnjaka).

8. Nakon čišćenja uloške izmjenjivača topline propušite niskotlačnom parom u smjeru suprotnom od radnog protoka, isperite čistom vodom (do razlike u pH vrijednosti < 1) i ispušite komprimiranim zrakom ili osušite toplim zrakom.
9. Provjerite jesu li sve komponente u besprijekornom stanju i po potrebi ih servisirajte ili zamijenite.
10. Izmjenjivač topline na uljnoj strani i na strani rashladne tekućine motora isperite uljem za zaštitu od korozije. Ovaj korak može se izostaviti ako se izmjenjivač topline neposredno nakon čišćenja priključi i pusti u rad.
11. Nakon montaže svih sklopova jednom isperite optok rashladne tekućine motora, pogledajte (→ Stranica 84).
12. Prilikom stavljanja motora u pogon provjerite nepropusnost optoka rashladne tekućine.

Važno

Za dodatne upute pogledajte priručnik za održavanje i servisiranje motora.

6.6 Optoci rashladne tekućine u slučaju napada bakterija, kvašćevih gljivica, gljivica

Čišćenje sustava

Temelj za učinkovito čišćenje i dezinfekciju sustava za rashladnu tekućinu jest da sredstvo za čišćenje sustava dovoljno dugo prolazi kroz cijeli sustav za rashladnu tekućinu.

Prije ispuštanja onečišćenoj se rashladnoj tekućini dodaje propisana količina odobrenog sredstva za čišćenje sustava, pogledajte (→ Stranica 83). Treba osigurati da se smjesa prepumpava min. 24 sata, maks. 48 sati.

Ispiranje

Ako su rashladna tekućina i sredstvo za čišćenje sustava ispušteni, potrebno je isprati optok rashladne tekućine svježom vodom. Treba isprati toliko dugo dok se ne uklone sva vidljiva onečišćenja i dok voda za ispiranje ne odgovara pH-vrijednosti upotrijebljene svježe vode (maks. razlika pH-vrijednosti < 1).

Ponovno punjenje

Prije ponovnog punjenja uvjerite se da u rashladnom sustavu nema onečišćenja.

Ponovno punjenje treba izvoditi neposredno nakon ispiranja jer u suprotnom postoji opasnost od korozije!

7 Ulazni zrak i zrak za izgaranje

7.1 Općenito

Važno

Korozivni spojevi ne smiju dospjeti u usisni zrak.
Trebate se pridržavati navedenih graničnih vrijednosti jer u suprotnom prestaje vrijediti jamstvo.

Prilikom upotrebe u bazenima ili u blizini rashladnih uređaja treba imati na umu da već i mali tragovi halogen-skih spojeva u ulaznom zraku (usisnom zraku) mogu dovesti do korozije na sljedećim komponentama:

- U motoru
- Na perifernim komponentama, n pr. na elektromotorima

Također sredstva za čišćenje mogu sadržavati agresivne tvari koje pospešuju koroziju.

U slučaju dvojbe posavjetujte se s tvrtkom MTU Onsite Energy.

Usisnom zraku ne smije se dovoditi desorpcijski zrak odn. ispareni plinovi iz termokemijskih procesa bez prethodnog savjetovanja s tvrtkom MTU Onsite Energy.

Dopušteni raspon temperature s navođenjem minimalne i maksimalne temperature naveden je u tehničkom listu motora / agregata.

Svi plinski motori tvrtke MTU Onsite Energy mogu raditi s usisnim zrakom ispod rosišta od 20 °C. Pritom bi rad s usisnim zrakom iznad rosišta od 17,5 °C trebalo ograničiti na < 200 radnih sati godišnje. Nije dopuštena temperatura rosišta usisnog zraka iznad 21 °C. U slučaju odstupanja vrijednosti odn. viših temperatura rosišta usisnog zraka potreban je zahtjev od tvrtke MTU Onsite Energy.

Granične vrijednosti u mješavini plina

Mješavina plina sastoji se od zraka i goriva. Granične vrijednosti navedene za gorivo ne smiju se prekoračiti u mješavini plina (→ Stranica 55).

Granične vrijednosti u mješavini plina su (u ppm) znatno manje od vrijednosti navedenih za gorivo (u pravilu manje za oko faktor 20).

8 Voda za grijanje

8.1 Općenito

Važno

Potrebno je pridržavati se zadanih vrijednosti tvrtke MTU Onsite Energy za pripremu / odzračivanje optoka vode.

Trebate se pridržavati navedenih graničnih vrijednosti jer u suprotnom prestaje vrijediti jamstvo.

Važno

Zahtjevi za kvalitetu vode za grijanje iznad 100 °C vrijede u slučaju kada su u optok vode za hlađenje motora ili u optok grijanja ugrađeni izmjenjivači topline ispušnih plinova.

Važno

Zabranjeno je dodavanje sulfita.

Alternativno se preporučuje WBcon 2347 za optok vode za grijanje.

Treba napomenuti da proizvod sadrži borate i natrijev hidroksid koji nagriza materijale poput aluminijske ili mesinga.

Dodatne napomene

Preventivno napominjemo da općenito ni osiguranja stroja ne preuzimaju troškove za predvidljive štete, npr. štete koje nastaju zbog upotrebe vode neprikladne kvalitete.

Pod pojmom „Zbroj zemnoalkalijskih metala“ podrazumijeva se udio otopljenih kalcijevih i magnezijevih soli koje tvore tvrdoću. Za pretvaranje u prethodnu uobičajenu mjernu jedinicu „ukupne tvrdoće“ vrijedi sljedeće:

- $1 \text{ mol/m}^3 = 5,6 \text{ dH}$
- pH vrijednost mjera je za stupanj kiselosti ili alkalnosti otopine.
- pH = 7 neutralno, < 7 kiselo, > 7 alkalno.

Važno

Maks. dopušteno odstupanje ulazne temperature vode za grijanje: maks. 3 K / min.

8.2 Zahtjevi za vodu za grijanje

Važno
Nije dopušteno dodavanje natrijevog sulfita kao veziva za kisik.

Važno
Osnovna alkalizacija mora se izvesti s trinatrijevim fosfatom.

Zahtjevi za vodu za grijanje do 100 °C

Mjerodavna je VDI direktiva 2035 list 1 (prosinac 2005.) i list 2 (rujan 1998.). „Izbjegavanje oštećenja prozročene korozijom i naslagama kamenca u sustavima toplovodnog grijanja“ sa sljedećim referentnim vrijednostima (pogledajte i odgovarajuća objašnjenja u izvorniku):

Opći zahtjevi	Prozirno, bezbojno, ne sadrži neotopljene tvari	
pH vrijednost (25 °C)	8,0 do 9,0	
Sposobnost provođenja električne struje (25 °C)	< 250	µS/cm
Zbroj zemnoalkalijskih metala	Do 1,5 Do 8,4	mmol/l °dH
Kloridi	< 50	mg/l
Sulfati	< 50	mg/l
Fosfati	< 10	
Udio kisika pri primjeni veziva za kisik	< 0,1	mg/l
Željezo	< 0,2	mg/l

Tabela 52: Zahtjevi za vodu za grijanje do 100 °C

U slučaju nepridržavanja gore navedenih graničnih vrijednosti, potrebno je poduzeti sljedeće mjere:

- Protiv stvaranja kamenca: obrada vode (omekšavanje, potpuna desalinizacija, povratna osmoza) ili stabilizacija tvrdoće (ST-DOS-H proizvodi)
- Protiv korozije: inhibiranje ili vezanje kisika (ST-DOS-H proizvodi)

Zahtjevi za vodu za grijanje iznad 100 °C

Mjerodavna je VdTÜV direktiva TCh 1466 o kvaliteti vode u sustavima grijanja koji se pogone s temperaturom protoka iznad 100 °C. Zatim vrijede za način rada s malo kiselosti sljedeće referentne vrijednosti:

Opći zahtjevi	Prozirno, bezbojno, ne sadrži neotopljene tvari	
pH vrijednost (25 °C)	8,0 do 9,0 *	
Sposobnost provođenja električne struje (25 °C)	10 do < 250	µS/cm
Zbroj zemnoalkalijskih metala	< 0,02 < 0,10	mmol/l °dH
Kloridi	< 20	mg/l
Sulfati	< 5 do 10	mg/l
Udio kisika	< 0,05	mg/l
* Odstupanje u odnosu na TCh 1466 (TÜV)		

Opći zahtjevi	Prozirno, bezbojno, ne sadrži ne-otopljene tvari	
Fosfat	5 do 10	mg/l
Željezo	< 0,2	mg/l
* Odstupanje u odnosu na TCh 1466 (TÜV)		

Tabela 53: Zahtjevi za vodu za grijanje iznad 100 °C

Mjere protiv stvaranja kamenca i korozije:

- Protiv stvaranja kamenca: obrada vode (omekšavanje, potpuna desalinizacija, povratna osmoza) ili stabilizacija tvrdoće (ST-DOS-H proizvodi)
- Protiv korozije: inhibiranje ili vezanje kisika (ST-DOS-H proizvodi)

9 Potvrda za radne materijale

9.1 Potvrda vlasnika agregata generatora

Važno
Bez te se potvrde postrojenje ne smije pustiti u rad.

Opis postrojenja:

Postrojenje se sastoji od sljedećeg:

Tvornica / Br. SAP.:

Naručitelj:

Vlasnik:

Voditelj projekta tvrtke MTU:

Ovime potvrđujemo da sastav radnih materijala (voda za hlađenje, plin, ulje za podmazivanje, voda za grijanje i sl., ako se odnosi na njih) odgovara specifikacijama radnih materijala tvrtke MTU Onsite Energy.

Za oštećenja, koja nastaju zbog odstupanja u kvaliteti radnih materijala, tvrtka MTU Onsite Energy ne preuzima odgovornost.

Mjesto, datum

Pravno obvezujući potpis (nalogodavac)

10 Prilog A

10.1 Popis kratica

Kratica	Značenje	Objašnjenje
ASTM	American Society for Testing and Materials	
Bh	Radni sati	
BR	Serijski	
BV	Propis o radnim materijalima	
DIN	Deutsches Institut für Normung e. V.	Istovremeno oznaka za norme (njemačka industrijska norma)
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.	
EN	Europäische Norm	Europäische Norm
IP	Institute of Petroleum	
ISO	International Organization for Standardization	Međunarodna organizacija za sve nacionalne institute za normiranje
MZ	Metanski broj	
OEG	Onsite Energy	MTU Onsite Energy
SAE	Society of Automotive Engineers	US-amerikanisches Normungsgremium
ST-DOS-H		Proizvodi
VDI	Direktiva	
VdTÜV	Direktiva	
Vol.	Volumen	

10.2 Tablica za pretvaranje SI jedinica

SI jedinica	US jedinica	Pretvaranje
°C	°F	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \cdot 1,8 + 32$
kWh	BTU	1 BTU = 0,0002930711 kWh
kWh/m ³ i.N.	BTU/ft ³	1 BTU/ft ³ = 0,010349707 kWh/m ³
kW	kBTU/hr	1 kBTU/hr = 0,2928104 kW
kW	bhp	1 bhp = 0,7457 kW
l	gal	1 gal = 3,785412 litara
mm	inč	1 inč = 25,4 mm
m	ft	1 ft (stopa) = 0,3048 m
m/s	ft/s	1 ft/s = 0,3048 m/s
m ³ i.N.	ft ³ i.N.	ft ³ = 0,02831685 m ³ i.N.
bar	psi	1 psi = 0,06894757 bara
kg	lb	1 lb = 0,4535924 kg

Tabela 54: Tablica za pretvaranje

10.3 MTU Onsite Energy - kontakt osoba/servisni partner

Servis

Svjetska mreža prodajne organizacije s tvrtkama kćerima, prodajnim uredima, predstavništvima i servisnim centrima jamči brzu i izravnu uslugu na licu mjesta i veliku raspoloživost naših proizvoda.

Usluga na licu mjesta

Iskusni i kompetentni stručnjaci pomažu vam i prenose svoja znanja.

Našu uslugu na licu mjesta pronaći ćete na internetskoj stranici tvrtke MTU:

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendlersuche/index.de.html>

Telefonska linija dostupna 24 h

Naša vam je telefonska linija dostupna 24 sata dnevno i, zahvaljujući našoj fleksibilnosti, za vrijeme rada, preventivnog održavanja, korektivnih radova u slučaju smetnji, u slučaju promijenjenih uvjeta korištenja i opskrbe rezervnim dijelovima.

Našu uslugu na licu mjesta pronaći ćete na internetskoj stranici tvrtke MTU:

- <http://www.mtuonsiteenergy.com/haendlersuche/index.de.html>

Vaša kontakt osoba u centrali:

- info@cac-mtuonsiteenergy.com

Servis rezervnih dijelova

Rezervni dio za svoje postrojenje identificirajte brzo, jednostavno i ispravno. Pravi rezervni dio u pravo vrijeme na pravom mjestu.

Za postizanje ovog cilja nudimo vam umreženu logistiku za rezervne dijelove širom svijeta.

Vaša kontakt osoba u centrali:

Njemačka:

- Tel.: +49 821 74800
- Fax: +49 821 74802289
- E-mail: spareparts-oeg@mtu-online.com

Svijet:

- Tel.: +49 7541 908555
- Fax: +49 7541 908121
- E-mail: spare.parts@mtu-online.com

11 Prilog B

11.1 Indeks

A

- Aktualnost brošure 5
- Analiza rabljenog ulja 8

B

- Biogas
 - Zahtjevi
 - BR4000 70
- Bioplin
 - Glavne komponente 56
 - Zahtjevi
 - BR400 75

C

- Curenje
 - Optok rashladne tekućine 31
 - Optok ulja za podmazivanje 11

D

- Dodatak boje
 - Optok rashladne tekućine 31
 - Optok ulja za podmazivanje 11

G

- Goriva 60, 66
 - Bioplin
 - BR400 75
 - BR4000 70
 - BR400
 - Onečišćenja 76
 - Zemni plin
 - BR400 74
 - BR4000 67
 - Brodska primjena 61
- Gorivi plin
 - Brodska primjena 61
 - Primjena generatora i agregata generatora
 - BR400 74, 75
 - BR4000 67, 70
 - Spojevi silicija 59
 - Udio silicija 10
- Gorivo
 - Udio silicija 10
 - Uporaba 55
- Granična vrijednost silicija 10
- Granične vrijednosti
 - Rabljena ulja za plinske motore 8

I

- Intervali zamjene motornog ulja
 - Agregat generatora BR400 21
 - Granične vrijednosti 8
 - Podmazivanje raspršivanjem ulja 21
- Ispitni kovčeg
 - Rashladne tekućine 82

K

- Kondenzat ispušnih plinova 81
- Kontakt osoba
 - MTU Onsite Energy 95
- Konzerviranje
 - Motor 5

L

- Liquid Natural Gas (LNG) 58

M

- Materijali
 - Optok rashladne tekućine 33
- Mazivo 12
 - Agregat generatora BR400 23
 - Agregat generatora BR4000 16
 - Opća primjena 13
 - Posebna primjena 12
 - Za generatore 16, 23
- Medij u omotaču plinskog voda u brodskoj primjeni
 - Goriva za plinske motore 64
- Mješavina plina
 - Granične vrijednosti 88
- Motor
 - Konzerviranje 5
- Motorno ulje 7
 - BR400 18
 - BR4000 14
- MTU Onsite Energy
 - Kontakt osoba 95
 - Servisni partner 95

N

- Nadzor rada
 - Rashladne tekućine 26
- Napomene o upotrebi 5

O

- Odobreni radni materijali
 - Motorna ulja za BR400 18
 - Motorna ulja za BR4000 14

Onečišćenja

- Goriva
- BR400 76

Optok rashladne tekućine

- Čišćenje 85
- Čišćenje sklopova 86
- Curenje 31
- Ispiranje 84
- Materijali 33
- Onečišćenje 82
- Sredstva za čišćenje 83

Optok rashladne tekućine motora

- Čišćenje 85
- Čišćenje sklopova 86
- Ispiranje 84
- Onečišćenje 82
- Sredstva za čišćenje 83

Optok ulja za podmazivanje

- Curenje 11

P

Podmazivanje raspršivanjem ulja 21

Popis kratica 93

Potvrda

- Vlasnik 92

Propis o čišćenju

- Optok rashladne tekućine motora 82, 85
- Sklopovi 86
- Sredstvo za čišćenje sustava 87

Propis o ispiranju

- Optoci rashladnih tekućina s napadom bakterija, kvascevih gljivica, gljivica 87
- Optok rashladne tekućine motora 82, 84
- Sklopovi 86

R

Rashladna sredstva

- Definicija 24

Rashladne tekućine

- Agregat generatora

- BR400 54
- BR4000 36, 45
- BR400 54
- BR4000

- Rashladne tekućine bez zaštite od mraza za rashladne sustave koji sadrže lake metale 46, 47
- Sredstva za zaštitu od mraza za rashladne sustave bez lakih metala 40, 43
- Sredstva za zaštitu od mraza za rashladne sustave koji sadrže lake metale 48, 52

- Dopuštene koncentracije 26

- Granične vrijednosti 26

- Ispitni kovčeg 26, 82

- Nadzor rada 26

- Primjena generatora 36, 45

- Priprema

- BR400 35
- BR4000 34

- Rashladne tekućine bez zaštite od mraza

- Gotove smjese za rashladne sustave bez lakih metala 39

- Koncentrati za rashladne sustave bez lakih metala 37

- Sredstva za zaštitu od mraza

- Koncentrati za posebne primjene 42, 51

- Stabilnost skladištenja 30

- Zahtjev za svježju vodu

- BR400 35
- BR4000 34

Rashladne tekućine bez zaštite od mraza

- Za rashladne sustave koji sadrže lake metale

- Gotove smjese 47
- Koncentrati 46

Rashladni sustav

- Izbjegavanje oštećenja 32

Redukcijsko sredstvo NOx

- Općenito 79

S

Servisni partner

- MTU Onsite Energy 95

Skladištenje

- Rashladne tekućine 30

Spojevi silicija

- Gorivi plin 59

Sredstva za čišćenje 83

Sredstva za zaštitu od mraza

- BR400 54
- Za rashladne sustave bez lakih metala
 - Gotove smjese 43
 - Koncentrati 40
- Za rashladne sustave koji sadrže lake metale
 - Gotove smjese 52
 - Koncentrati 48

Sredstvo za čišćenje

- Sredstvo za čišćenje sustava 87

Sustav naknadne obrade ispušnih plinova

- Kondenzat ispušnih plinova 81
- Općenito 78
- Redukcijsko sredstvo NOx 79

Svježa voda

- Granične vrijednosti
 - BR400 35
 - BR4000 34

U

Udio silicija

- Gorivi plin 10
- Gorivo 10

Ulazni zrak 88

Ulje za podmazivanje

- BR4000 14

Ulje za prijenosnike 17

V

Vlasnik

- Potvrda 92

Voda za grijanje

- Općenito 89
- Zahtjevi 90

Vrijednost silicija 10

Z

Zahtjev

- Optok rashladne tekućine 33

Zahtjevi

- Voda za grijanje 90

Zemni plin

- Glavne komponente 56
- Zahtjevi
 - BR400 74
 - BR4000 67
 - Brodska primjena 61

Zrak izgaranja 88