TEKUĆINE ZA RASHLADNE SUSTAVE VOZILA

Stručne smjernice i tehnički vodič za odabir, kompatibilnost i održavanje antifriza za nadolazeću sezonu.



1. Uvod i osnovna svrha antifriza

Tekućina za rashladne sustave vozila (antifriz) ključna je za održavanje optimalne radne temperature i zaštitu motora tijekom cijele godine. Osim zaštite od smrzavanja, omogućuje učinkovit prijenos topline te štiti rashladni sustav od korozije, kavitacije, kamenca i oštećenja brtvenih elemenata.

Glavne funkcije rashladne tekućine:

- **Regulacija temperature:** odvodi toplinu iz motora, sprječava pregrijavanje ljeti i smrzavanje sustava zimi.
- **Zaštita od korozije i kavitacije:** inhibitori korozije štite aluminij, bakar, mesing, čelik i lijevano željezo.
- **Sprječavanje taloženja:** pravilna mješavina antifriza i destilirane vode smanjuje nastanak kamenca i naslaga.
- **Zaštita brtvi i crijeva:** aditivi smanjuju isušivanje, pucanje i kemijsku degradaciju elastomernih dijelova.

Rashladne tekućine koriste se i u industrijskim sustavima, agregatima, toplinskim crpkama i HVAC sustavima.








2. Kemijski sastav i osnovne baze

Rashladna tekućina sastoji se od glikolne baze, vode te paketa aditiva i inhibitora korozije.

Osnovne glikolne baze:

- **Etilenglikol (EG):** najčešće korišten u automobilskoj industriji zbog učinkovitog prijenosa topline i dobrih svojstava pri niskim temperaturama. Toksičan je i zahtijeva pažljivo rukovanje.
- **Propilenglikol (PG)**: manje toksična i biološki razgradiva alternativa, namijenjena primjenama s povećanim ekološkim i sigurnosnim zahtjevima.
- **Glicerol:** koristi se u pojedinim suvremenim formulacijama, primjerice G13, radi smanjenja utjecaja proizvodnje na okoliš.

Uloga destilirane vode:
Koncentrirani antifriz razrjeđuje se destiliranom ili demineraliziranom vodom. Voda iz vodovoda može uzrokovati stvaranje kamenca i naslaga. Uobičajeni omjer 50:50 osigurava dobru toplinsku učinkovitost i zaštitu od smrzavanja, tipično do približno -37 °C.

3. Vrste antifriza prema tehnologiji aditiva

Dok je glikolna baza odgovorna za snižavanje ledišta tekućine, **tehnologija aditiva** određuje antikorozivna svojstva, trajnost i kompatibilnost tekućine s konstrukcijskim materijalima motora. Prema kemijskom sastavu aditiva razlikuju se četiri glavne kategorije:

1. IAT (Inorganic Acid Technology)

Tradicionalna tehnologija na bazi anorganskih kiselina i soli (silikati, fosfati, borati). Standardna primjena u vozilima proizvedenim do 2000. godine.

- **Karakteristike:** Pruža brzu, trenutačnu zaštitu stvaranjem debljeg zaštitnog sloja na metalnim stijenkama. Interval zamjene je kratak (2 do 3 godine ili približno 50.000 km).
- **Primjena:** Stariji motori s bakrenim, mesinganim i lijevanim sklopovima. Silikati se s vremenom mogu izdvojiti iz otopine i stvoriti talog ako se tekućina ne mijenja redovito.

2. OAT (Organic Acid Technology)

Napredna tehnologija na bazi organskih kiselina (karboksilata), bez prisutnosti silikata i fosfata.

- **Karakteristike:** Pruža dugotrajnu zaštitu (5 godina ili do 150.000 km). Djeluje selektivno – pasivizira mikroskopska žarišta korozije čim nastanu, bez stvaranja debljih naslaga po cijeloj unutarnjoj površini sustava.
- **Primjena:** Suvremeni aluminijski motori i rashladni sustavi visokih performansi. Ima povoljniji utjecaj na okoliš i visoke stabilnosti na povišenim radnim temperaturama.

3. HOAT (Hybrid Organic Acid Technology)

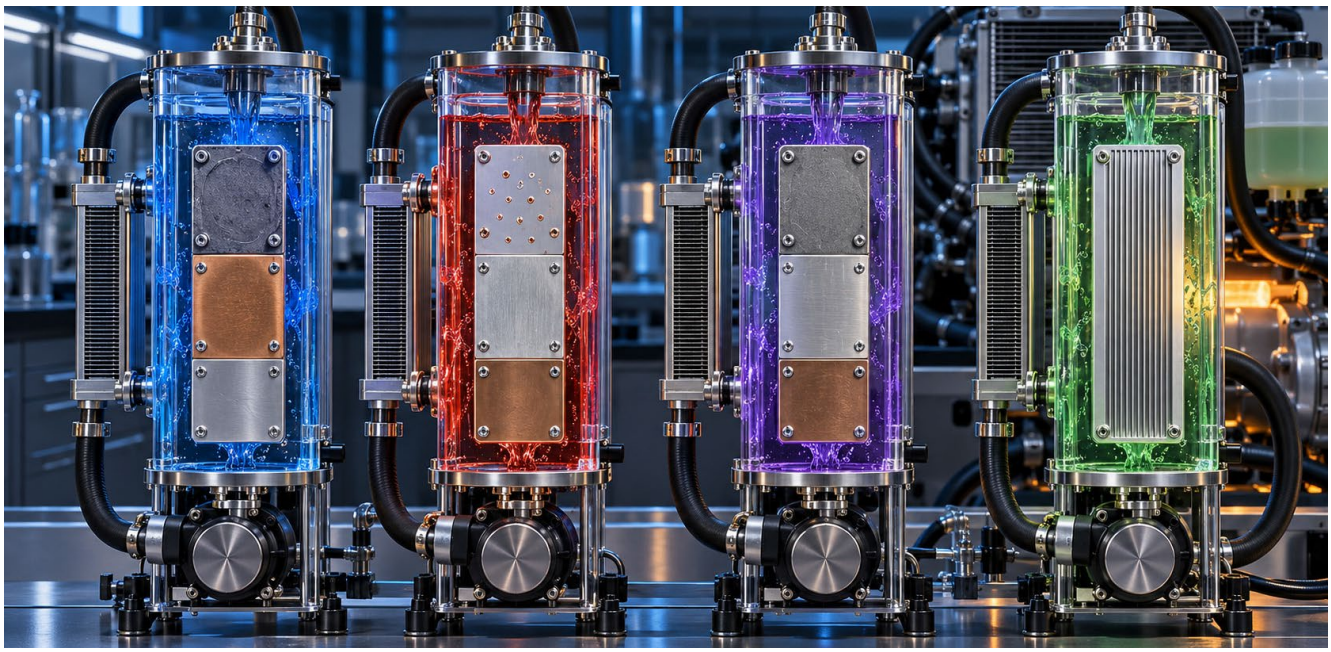
Hibridna tehnologija koja spaja trenutačnu antikorozivnu zaštitu anorganskih aditiva (silikata) i dugotrajnost organskih kiselina.

- **Karakteristike:** Osigurava uravnoteženu zaštitu za aluminijske, čelične i bakrene sklopove. Prosječni vijek trajanja iznosi od 4 do 5 godina (100.000–150.000 km).
- **Primjena:** Europska i američka vozila novije i srednje generacije (npr. VAG grupa, BMW, Mercedes-Benz, Ford).

4. P-HOAT (Phosphate-Hybrid Organic Acid Technology)

Fosfatno-hibridna varijanta koja kombinira fosfate i karboksilate, razvijena prema specifičnim zahtjevima azijskih proizvođača vozila.

- **Karakteristike:** Vrhunska zaštita aluminijskih površina pri visokim toplinskim opterećenjima. Ne sadrži silikate. Intervali zamjene prelaze 5 godina (do 250.000 km).
- **Primjena:** Vozila azijskih proizvođača (Toyota, Honda, Nissan, Hyundai, Kia). U formulacijama namijenjenima azijskim vozilima češće se primjenjuju fosfati umjesto silikata radi specifičnosti zaštite od kavitacije na crpkama rashladne tekućine.



4. Tablica kompatibilnosti i miješanje antifriza

Miješanje nekompatibilnih formulacija rashladnih tekućina predstavlja čest uzrok kvara rashladnog sustava. Kemijska reakcija između različitih tipova aditiva (npr. anorganskih silikata i organskih karboksilata) uzrokuje **taloženje, stvaranje želatinaste mase (gela), neutralizaciju inhibitora korozije i potpuno začepljenje hladnjaka te rashladnih kanala u bloku motora**.

Važna napomena: ***Identifikacija antifriza prema boji nije pouzdana! Boja je isključivo dodani pigment i nije normirana međunarodnim standardima.*** Odabir se mora temeljiti na tehničkoj specifikaciji (IAT, OAT, HOAT, P-HOAT) ili tvorničkim normama proizvođača vozila (npr. VW TL 774-D/G12, G13, MAN 324, MB 325.0).

Pregled kompatibilnosti formulacija rashladnih tekućina:

Tip 1	Tip 2	Ocjena kompatibilnosti	Posljedice miješanja
IAT (Anorganski)	**OAT** (Organski)	**NEKOMPATIBILNO**	Stvaranje taloga i gela, neutralizacija aditiva, blokada protoka kroz hladnjak.
IAT (Anorganski)	**P-HOAT** (Fosfatni)	**NEKOMPATIBILNO**	Kemijska reakcija silikata i fosfata, taloženje krutih naslaga u sustavu.
OAT (Organski)	**HOAT** (Hibridni)	**UVJETNO**	Ovisno o formuli. Skraćuje se predviđeni radni vijek OAT formulacije.
OAT (Organski)	**P-HOAT** (Fosfatni)	**NEKOMPATIBILNO**	Fosfati narušavaju djelovanje karboksilata, rizik od ubrzane korozije aluminija.
HOAT (Hibridni)	**P-HOAT** (Fosfatni)	**UVJETNO**	Rizik od taloženja u slučaju poremećaja fosfatno-silikatne ravnoteže.

5. Dijagnostika, simptomi kvarova i preporuke

Radi pouzdanog rada vozila i sprječavanja skupih popravaka, u sezoni 2026. preporučuje se redovita tehnička provjera rashladnog sustava svakih 10.000 km ili prilikom redovitog godišnjeg servisa.



Upute za servisno održavanje:

1. **Mjerenje točke smrzavanja:** Ispitivanje točke smrzavanja provoditi optičkim refraktometrom (izbjegavati nepouzdane aerometre). Preporučena vrijednost ledišta iznosi između -35°C i -40°C.
2. **Ispiranje sustava pri zamjeni:** Prilikom promjene tipa rashladne tekućine ili kod uočavanja zamućenja, obvezno provesti temeljito ispiranje sustava destiliranom vodom i namjenskim sredstvom za čišćenje rashladnih kanala.
3. **Korištenje destilirane vode:** Koncentrirani antifriz uvijek razrjeđivati isključivo destiliranom ili demineraliziranom vodom u omjeru 1:1.
4. **Usklađenost s tvorničkim normama:** Koristiti isključivo rashladne tekućine koje zadovoljavaju specifičnu normu navedenu u tehničkim uputama vozila.

Dijagnostički pregled simptoma kvarova rashladnog sustava:

Simptom neispravnosti	Mogući tehnički uzroci	Preporučeni servisni postupak
Pregrijavanje motora	➢ Nedovoljna razina tekućine / curenje u sustavu ➢ Unutarnje začepljenje hladnjaka talogom ili kamencem ➢ Kvar termostata ili osjetnika temperature ➢ Kvar crpke rashladne tekućine ili popuštanje remena	Zaustaviti vozilo i ugasiti motor, provjeriti razinu tekućine. U slučaju pojave taloga ili korozije, provesti cjelovito ispiranje sustava.
Sporo postizanje radne temperature	➢ Termostat blokiran u otvorenom položaju ➢ Kvar upravljačkog sklopnika ventilatora hladnjaka	Zamjena termostata radi sprječavanja povećanog trošenja motora i neuobičajeno visoke potrošnje goriva.
Vanjsko curenje tekućine	➢ Oštećenje crijeva, spojnih mjesta ili stijenki hladnjaka ➢ Gubitak nepropusnosti na brtvilu crpke tekućine	Tlačno ispitivanje nepropusnosti rashladnog sustava, zamjena oštećenih vodova i brtvila.
Unutarnji gubitak tekućine	➢ Oštećenje brtvila glave motora ➢ Pukotina na bloku ili glavi motora	Hitna mehanička dijagnostika (ispitivanje prisutnosti ispušnih plinova u ekspanzijskoj posudi).

5. Pantherol antifrizi: Klasifikacija po tehnologiji aditiva i OEM specifikacijama



Pantherol asortiman rashladnih tekućina obuhvaća cjelovit asortiman namijenjen osobnim vozilima, komercijalnom programu, poljoprivrednoj i građevinskoj mehanizaciji te stacionarnim industrijskim sustavima. Svi proizvodi formulirani su na bazi etilenglikola (MEG) visoke čistoće, bez glicerina (osim kod G13 gdje se koristi kao ekološki stabilizator), s visokom otpornošću na pjenjenje i kavitaciju.

1. Čista IAT tehnologija (Prva generacija - do kraja 1990-ih)

Čisto anorganski aditivi (soli, silikati, borati, nitrati) bez prisutnosti organskih kiselina, za primjenu u starijim motorima s bakrenim, mesinganim i lijevanim (gus) sklopovima. Nedostatak je što se silikati brzo troše (rok zamjene 2–3 godine ili 50.000 km) i skloniji su stvaranju taloga.

Pantherol u svom modernom asortimanu nema čiste IAT antifrize, jer je ta tehnologija uglavnom napuštena u suvremenim normama.

2. Hibridna tehnologija (HOAT / G11)

Proizvodi iz ove skupine temelje se na hibridnoj kombinaciji anorganskih inhibitora (silikata) i organskih komponenti. Osiguravaju brzu pasivizaciju metalnih površina i učinkovitu zaštitu tradicionalnih i suvremenijih rashladnih sustava koji sadrže mjed, bakar, lijevano željezo i aluminij.

- **Pantherol Antifreeze Blue G11 / Green G11 / Green G11 Ready Mix:** Koncentrat (plava ili zelena tekućina) ili gotova mješavina (zelena, spremna za uporabu, -36°C). Formulacija bez glicerina s visokom alkalnom rezervom. Pogodno za osobna vozila, teretni program (MAN PriTarder), stacionarne generatore i motocikle.
- **Pantherol Antifreeze G48 (*na upit*):** Koncentrat na bazi etilen-glikola s plavim obojenjem, namijenjen širokom spektru europskih vozila i industrijskih aplikacija.

Ključne OEM specifikacije i industrijski standardi:

- **Volkswagen Grupa:** VW Group TL 774-C (G11), Audi / Seat / Škoda TL 774-C.
- **BMW Grupa:** BMW GS 94000, BMW N 600 69.0, BMW LC-87, MINI BMW LC-87, BMW Motorrad LC-87.
- **Mercedes-Benz / Daimler:** MB 325.0, DTFR 29C100, MB 325.2 (Gotova mješavina), MB 326.0, DTFR 29D100, MB 326.2 (Gotova mješavina), Smart MB 325.0.
- **MAN / DAF / Volvo / Gospodarski program:** MAN 324 Type NF, MAN 324 NF PRITARDER, DAF 74001, Iveco 18-1830, Volvo Trucks TR 1286083, Volvo Construction.
- **Industrijski i stacionarni agregati:** Deutz DQC CA-14, Cummins 85T8-2, Caterpillar, Perkins, Liebherr LH-00-COL3A, Jenbacher TA 1000-0200, 2G Energietechnik.
- **Opći međunarodni standardi:** ASTM D 3306, ASTM D 4985, ASTM D 4656, BS 6580:2010, AFNOR NF R 15-601, SAE J814 / J1034.

3. Napredna organo-kiselinska tehnologija (OAT / G12+)

Pantherol Antifreeze G12+ predstavlja dugotrajni (Long-Life) koncentrat bez glicerina na bazi monoetilen glikola (MEG udio 96-98%). Kombinira dugotrajna svojstva organskih kiselina s brzim djelovanjem inhibitora na mjestima pojave oksidacije (selektivna pasivizacija). Učinkovito sprječava kavitaciju i lokalno pregrijavanje te štiti brtve i elastomerne dijelove crijeva kroz interval do 5 godina ili 250.000 km.

Ključne OEM specifikacije i industrijski standardi:

- **Volkswagen Grupa:** VW / Audi / Seat / Škoda TL 774 D/F (G12, G12+).
- **Komercijalna i osobna vozila:** MAN 324 SNF, MB 325.3, DTFR 29C110, MB 326.3, DTFR 29D110, DAF 74002, Renault 41-01-001 / S-Type D, Volvo Coolant VCS / VCS 2.
- **Teška mehanizacija i mehanizacija:** Ford WSS-M97-844 D, Caterpillar MAK A4.05.09.01, Cummins CES 14439 / CES 14603, Deutz DQC CB-14, John Deere JDM H5, Komatsu AF-NAC.
- **Opći međunarodni standardi:** AFNOR NFR 15-601, ASTM D 3306 / D 4656 / D 4985 / D 6210 / D 5931, BS 6580:2010, SAE J1034.

4. Silikatno-organska tehnologija (Si-OAT / G12++ & G12 EVO)

Ova kategorija spaja organske karboksilate i precizno dozirane stabilne silikate. Pruža trenutačni mikronski zaštitni sloj na metalima uz iznimnu otpornost aluminijskih legura na točkastu koroziju (pitting) i kavitaciju pod visokim toplinskim naprezanjima. Formulacija ne sadrži borate, amine, fosfate, nitrite niti 2-etilheksansku kiselinu.

- **Pantherol Antifreeze G12++:** Premium koncentrat ružičaste boje s radnim vijekom do 6 godina / 250.000 km (osobna vozila) odnosno 500.000 km (teretni program).
- **Pantherol Antifreeze G12 EVO:** Inovativni napredni koncentrat ružičaste boje, optimiziran za benzinske, dizelske, hibridne, plug-in i LPG pogone novijih generacija.

Ključne OEM specifikacije i industrijski standardi:

- **Volkswagen Grupa:** VW Group TL-774 G (G12++), TL-774 L (G12evo), TL-774 J (G13 pokrivenost), VW TL 774-C/D/F/G/J.
- **BMW, Mercedes-Benz, MAN, Volvo, Scania:** BMW / MINI / Rolls Royce LC18, MB 325.5, DTFR 29C120, MB 326.5, DTFR 29D120, MAN 324 Si-OAT / MAN 324 Si-OAT evo, Scania TB 1451, Volvo Trucks TR1286083 / TR-31854114-002, Volvo Automobile TR-31854114-002.
- **Industrija i mehanizacija:** Deutz DQC CC-14, Cummins CES 14603 / CES 14439, Liebherr LH-01-COL3A, MTU MTL 5048, John Deere (>2011).
- **Međunarodne norme:** ASTM D 3306 / D 4985 / D 6210, BS 6580:2010, AFNOR NF 15-601 (11/2020), JIS K 2234:2006, China GB 29743-2013, ÖNORM V 5123, CUNA NC 956-16, SANS 1251:2005.

5. Lobridna tehnologija s glicerinom (Si-OAT / G13)

Pantherol Antifreeze G13 predstavlja vrhunski koncentrat ljubičaste boje formuliran na bazi monoetilen glikola (MEG) i ekološkog glicerina. Sinergija organskih aditiva i silikata (Lobrid tehnologija) stvara stabilan zaštitni film koji sprječava kavitaciju na lopaticama crpke rashladne tekućine i zidu cilindara, uz visoku alkalnu rezervu (8,5 ml) za neutralizaciju kiselih produkata. Ne sadrži nitrite, amine ni fosfate.

Ključne OEM specifikacije i industrijski standardi:

- **VAG Grupa:** VW Grupa TL 774 J (G13) – Volkswagen, Audi, Seat, Škoda, Cupra, Bentley, Bugatti, Lamborghini.
- **Međunarodne norme:** ASTM D 3306, ASTM D 5931-13, ASTM D 1287-11, BS 6580:2010.

Sažeta tablica Pantherol asortimana:

Naziv proizvoda	Boja *	Tehnologija aditiva	Glavne OEM specifikacije & Norme	Preporučeni interval zamjene
Pantherol G11 / G48 *(Koncentrat & Ready Mix)*	Plava / Zelena	Hibridna (HOAT / G11 / Silikati)	VW TL 774-C (G11), BMW GS 94000 / LC-87, MB 325.0 / 325.2, MB 326.0 / 326.2, MAN 324 NF, DAF 74001, ASTM D3306	2 - 3 godine / 50.000 km
Pantherol G12+	Ružičasta	Napredna OAT (Karboksilati / Bez glicerina)	VW TL 774 D/F (G12/G12+), MAN 324 SNF, MB 325.3, MB 326.3, Ford WSS-M97-844 D, Cummins CES 14439, Volvo VCS	5 godina / 250.000 km
Pantherol G12++	Ružičasta	Si-OAT (Organski + Silikati, bez borata/nitrita)	VW TL 774-G (G12++), MB 325.5/326.5, MAN 324 Si-OAT, Scania TB 1451, Cummins CES 14603	6 godina: 250.000 km (osobna) 500.000 km (teretna)
Pantherol G12 EVO (Uskoro)	Ružičasta	Si-OAT EVO (Napredna Si-OAT bez 2-EHA)	VW TL 774-L (G12evo) / G13, BMW LC18, MAN 324 Si-OAT evo, Volvo TR-31854114, Deutz DQC CC-14	6 godina: 250.000 km (osobna) 500.000 km (teretna)
Pantherol G13	Ljubičasta	Lobrid Si-OAT (MEG + Glicerin)	VW TL 774 J (G13) (VW, Audi, Seat, Škoda, Bentley, Lamborghini), ASTM D 3306, BS 6580	5 godina / 250.000 km

* standardne boje radi lakšeg prepoznavanja